



एलबर्ट टोके जी. एच. डी.

# मानव-शरीर

संरचना और कार्य



राजपाल एण्ड सन्ज़, कश्मीरी गेट, दिल्ली

HUMAN BODY AND HOW IT WORKS by Elbert Tokay Ph.D.  
का हिन्दी अनुवाद

अनुवादक  
नरेश वेदी

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय, शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार,  
के सहयोग से प्रकाशित

मूल्य : ग्यारह रुपये

© 1944, 1949, 1957 Doubleday & Co. Inc

पहला हिन्दी संस्करण : 1969

© राजपाल एण्ड सन्ज

## प्रस्तावना

मानव-शरीर का अध्ययन एक ऐसा विषय है जिसमें हम सबकी रुचि होना स्वाभाविक है। 'मानव-शरीर' नामक इस पुस्तक का उद्देश्य पाठक के समक्ष शरीर की रचना का एक स्पष्ट चित्र प्रस्तुत करना तथा इस बात की सही जानकारी देना है कि शरीर के विभिन्न अंग किस प्रकार कार्य करते हैं।

जहां तक संभव हो सका है, पुस्तक सरल विषयो से आरंभ होकर कठिन विषयों की ओर अग्रसर हुई है। इसलिए यह विशेष रूप से आवश्यक है कि अध्याय इसी क्रम में, आरंभ से अंत तक, पढ़े जाएं, भले ही पाठक की रुचि विषय के किसी एक अथवा दूसरे पक्ष में ही क्यों न हो।

आरंभिक दो अध्यायो में मुख्यतः समग्र पुस्तक की पृष्ठभूमि प्रस्तुत की गई है। अध्याय 1 में शरीर के मुख्य कार्यों का संक्षिप्त परिचयात्मक वर्णन है, जो अगले अध्यायो में विस्तार से दिया गया है। दूसरे अध्याय में शरीर के विभिन्न अंग तथा ऊतको और उसकी विशाल आकृति से पाठक का परिचय कराया गया है।

अध्याय 3 से 11 तक, प्रत्येक अध्याय में शरीर के एक-एक प्रमुख तंत्र का विस्तार से वर्णन है। ये इस प्रकार हैं: परिवहन तंत्र (रक्त, हृदय, रुधिर-वाहिकाएं—शिराएँ और धमनियाँ—तथा लसीका-तंत्र); ज्वसन-तंत्र (फेफड़े तथा श्वास-प्रश्वास की प्रक्रिया); पाचन-तंत्र (आमाशय, अंत्र तथा उदर के अन्य अंग); उत्सर्जन तंत्र (वृक्क), कंकाल (हड्डियाँ तथा हड्डी की संरचना-तंत्र); मासपेशी-तंत्र (मासपेशियों के प्रकार तथा मास-पेशियों के कार्य), तंत्रिका-तंत्र (मस्तिष्क, रीढ़, तंत्रिका-शिराएँ, तंत्रिका-संवेग, इंद्रियाँ), अतः स्रावी तंत्र (आंतरिक स्राव-ग्रंथियाँ : गलग्रंथि, उपवृक्क, पाचन-ग्रंथि, श्लेष्मा-ग्रंथि); प्रजनन-तंत्र (पुरुष-जननेन्द्रियाँ; स्त्री-जननेन्द्रियाँ)।

आगामी अध्यायो (12 से 18 तक) में अत्यधिक रुचि से पढ़े जानेवाले विशेष विषयो का विवेचन किया गया है जैसे, पुष्टिकर भोजन, विपचन और वृद्धि; शरीर का तापमान, मासपेशियों का चालन और व्यायाम, थकावट, आराम और निद्रा, रोगों से संरक्षण, शरीर का स्वास्थ्य।

प्रस्तुत पुस्तक लेखक के एक अन्य ग्रन्थ 'फण्डामेंटल्स ऑफ़ फिजियोलॉजी' पर आधारित है, तथा इस पुस्तक में भी वंसार कॉलेज के श्री टैन्जर एम० क्लार्क द्वारा तैयार किए गए चित्रों से लिए गए हैं। मैं श्री क्लार्क का अत्यन्त



आभारी हूँ क्योंकि उनके चित्र न केवल स्तर की दृष्टि से ही श्रेष्ठ हैं बल्कि उनकी रचना में उनके नये विचारों तथा डिजायनों का योगदान भी श्रेष्ठ है। मैं यूनिवर्सिटी आफ शिकागो प्रेस को भी धन्यवाद देता हूँ क्योंकि उन्होंने कार्लसन एण्ड जानसन की पुस्तक 'द मशीनरी ऑफ दि वॉडी' में से दो चित्रों को छापने की अनुमति दी है। अपनी एक फिल्म 'द हार्ट एण्ड सर्कुलेशन' में से एक दृश्य का रेखाचित्र बनवाकर छापने की अनुमति के लिए मैं डर्पी क्लासरूम फिल्मस को धन्यवाद देता हूँ। मैं डा० रुथ ई० कॉनक्लिन का भी अत्यन्त ऋणी हूँ कि उन्होंने इसकी पाण्डुलिपि पढ़ने का कष्ट उठाया। उनके मुभाव सर्वाधिक रचनात्मक तथा उपयोगी थे।

मैं अपनी पत्नी के प्रति अपने आभार का भी संकेत करना चाहूँगा जिसने पाण्डुलिपि की जाँच कर, संशोधन कर और उसे फिर से लिखकर इसका प्रकाशन मभव किया है।

—ए० टी०

पुनश्च : इस पुस्तक के संशोधित और परिवर्धित संस्करण में लेखक को शरीर-विज्ञान की विभिन्न शाखाओं की नवीनतम खोजों पर प्रकाश डालने का सौभाग्य प्राप्त हुआ है। इस पुस्तक के मूल संस्करण को कई स्थानों पर फिर से लिखा गया है और उन्हें अद्यतन बनाकर प्रस्तुत किया गया है। इसके अतिरिक्त, प्रकाशकों ने मानव-शरीर चित्रावली (पृष्ठ 161-184) सहर्ष शामिल कर लिया है जिसके नये रंगीन चित्रों के कारण सारी बात और भी अधिक मुखर हो उठती है तथा जो काले तथा सफेद रेखाचित्रों के पूरक का काम भी करती है।

—ए० टी०

## दो शब्द

हिन्दी के विकास और प्रसार के लिए शिक्षा मंत्रालय के तत्त्वावधान में पुस्तकों के प्रकाशन की विभिन्न योजनाएं कार्यान्वित की जा रही हैं। हिन्दी में अभी तक ज्ञान-विज्ञान के क्षेत्र में पर्याप्त साहित्य उपलब्ध नहीं है, इसलिए ऐसे साहित्य के प्रकाशन को विशेष प्रोत्साहन दिया जा रहा है। यह तो आवश्यक है ही कि ऐसी पुस्तकें उच्च कोटि की हों, किन्तु यह भी जरूरी है कि वे अधिक महंगी न हों ताकि सामान्य हिन्दी पाठक उन्हें खरीदकर पढ़ सकें। इन उद्देश्यों को सामने रखते हुए जो योजनाएं बनाई गई हैं, उनमें से एक योजना प्रकाशकों के सहयोग से पुस्तकें प्रकाशित करने की है। इस योजना के अधीन भारत सरकार प्रकाशित पुस्तकों की निश्चित संख्या में प्रतियां खरीदकर उन्हें मदद पहुंचाती है।

प्रस्तुत पुस्तक इसी योजना के अन्तर्गत प्रकाशित की जा रही है। इसके अनुवाद और कापी राइट इत्यादि की व्यवस्था प्रकाशक ने स्वयं की है तथा इसमें शिक्षा मंत्रालय द्वारा स्वीकृत शब्दावली का उपयोग किया गया है।

हमें विश्वास है कि प्रकाशकों के सहयोग से प्रकाशित साहित्य हिन्दी को समृद्ध बनाने में सहायक सिद्ध होगा और साथ ही इसके द्वारा ज्ञान-विज्ञान से सम्बन्धित अधिकाधिक पुस्तकें हिन्दी के पाठकों को उपलब्ध हो सकेंगी।

आशा है, यह योजना सभी क्षेत्रों में लोकप्रिय होगी।

ए. चंद्रहास

केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय  
नई दिल्ली

(ए० चन्द्रहासन)  
निदेशक



# विषय-क्रम

## अध्याय 1

मानव-शरीर : सामान्य परिचय	13-21
देह के तंत्र, 15।	

## अध्याय 2

देह की संरचना	22-27
ऊतक, 22। अधिक उपरितलीय अंग, 23। आंतरिक अंग, 24। अन्य अंग, 26।	

## अध्याय 3

परिवहन-तंत्र	28-54
रुधिर, 28। हृदय, 37। रुधिर-वाहिकाएं, 44। लसीका-तंत्र, 53।	

## अध्याय 4

श्वासन-तंत्र	55-65
श्वासनांगों का शरीर, 55। श्वास-क्रिया का प्रक्रम, 57। श्वसन का नियंत्रण, 61। श्वसन-तंत्र के दूसरे कार्य और गतिविधियां, 64।	

## अध्याय 5

पाचक तंत्र	66-83
पाचक अंगों का शरीर, 66। आहार का रासायनिक उपखंडन, 69। पाचक स्रावों का नियमन, 73। पाचक क्षेत्र में भोजन का निर्गमन, 75। भोजन का अवशोषण, 82।	

## अध्याय 6

उत्सर्जन-तंत्र	84-९९
मूत्र-तंत्र का शरीर, 85। मूत्र का निर्माण, 86।	

## अध्याय 7

कंकाल	89-92
कंकाल की अस्थिया, 89। कंकाल के कार्य, 91। हड्डी की संरचना, 92।	

## अध्याय 8

पेशी-तंत्र

93-96

चिकनी पेशी और कंकाल-पेशी, 93 । कंकाल-पेशी के प्रक्रम तथा आचरण, 94 ।

## अध्याय 9

तंत्रिका-तंत्र

97-137

तंत्रिका-प्रक्रम और आचरण, 97 । प्रतिवर्ती क्रिया और मेरु-रज्जु, 100 । स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र, 106 । मस्तिष्क की संरचना, 108 । प्रेरक सक्रिय-ताएँ, 112 । संवेदन सामूहिक रूप में, 116 । दृष्टि, 116 । श्रवण, 125 । साम्यावस्था, 129 । स्वाद और गंध, 131 । अन्य संवेद, 132 । संवेदनों की विशिष्टता, 133 । उच्चमानसिक क्रियाएँ, 134 ।

## अध्याय 10

अंतःस्त्रावी तंत्र

138-156

अंतःस्त्रावी ग्रंथिया, सामूहिक रूप में, 138 । थाइरॉइड ग्रंथि, 141 । परावटु-ग्रंथिया, 144 । अधिवृक्क ग्रंथियाँ, 146 । अग्न्याशय, 151 । पीयूष-ग्रंथि, 153 ।

## अध्याय 11

जनन-तंत्र

157-190

पुरुषजनन-तंत्र, 157 । स्त्री जनन-तंत्र, 160 ।

## अध्याय 12

आहार-पुष्टि

191-198

## अध्याय 13

उपापचयन तथा वृद्धि

199-208

उपापचयन और देहीय ऊर्जा, 199 । न्यूनतम चयापचय-गति, 200 । चयापचय-गति पर प्रभाव डालनेवाले कारक, 200 । देहीय कोशिकाओं की वृद्धि और प्रजनन, 202 । लिंग-कोशिकाओं का परिपाक, 204 । उक्त की मरम्मत और पुनरुत्पादन, 205 । देह की सामान्य वृद्धि, 206 ।

## अध्याय 14

दैहिक ताप

209-214

ऊष्मा-उत्पादन तथा ऊष्मा-विलोप, 209 । दैहिक ताप का नियमन, 211 । दैहिक ताप में गड़बड़, 213 ।

## अध्याय 15

पेशी-गति तथा श्रम	215-223
आंतरिक गति, 215 । बाह्य गति, 215 । मनुष्य में कंकाल-पेशीय गति, 216 । साधारण श्रम में क्या होता है, 219 । सख्त श्रम में क्या होता है, 221 । प्रशिक्षण के प्रभाव, 222 ।	

## अध्याय 16

थकान, आराम और नींद	224-230
थकान, 224 । विथाम तथा नींद, 225 ।	

## अध्याय 17

रोग से संरक्षण	231-238
रक्षा की पहली पंक्ति, 231 । रोगों का रासायनिक उपचार, 235 । ऐलर्जी 236 ।	

## अध्याय 18

देह का स्वास्थ्य	239-243
देह द्वारा ऊर्जा का संरक्षण तथा वितरण, 240 । बल तथा निर्बलता, 241 । जीव समूचे तौर पर, 242 ।	

## परिशिष्ट

पारिभाषिक शब्द	245-250
----------------	---------

## मानव-शरीर चित्रावली

कंकाल	161
टांग की दीर्घ अस्थि की काट	162
हाथ तथा पैर	163
पेशी-तंत्र (सामने से)	164
पेशी-तंत्र (पीछे से)	165
विभिन्न संघियां	166
देह पर फैली विभिन्न प्रावरणियां	167
परिवहन तंत्र	168
हृदय तथा प्रमुख रुधिर-वाहिकाएं	169

तंत्रिका-तंत्र	170
मस्तिष्क	171
मस्तिष्क तथा मेरुरज्जु	
(कंकाल-तंत्रिकाओं सहित, ऊपर से देखने पर)	172
मस्तिष्क के निलय	173
सिर की काट	174
मुख तथा दात	175
स्वर-यंत्र, श्वास-नली तथा श्वास-वृक्ष	176
मध्यच्छद मे से दिखाई देने वाला दृश्य	177
पाचक नाल तथा उदरीय आंतराग	178
देह के पीछे की ओर से दृश्य, जिसमें आस-पास की संरचनाओं के वृक्क दिखाए गए हैं	179
पुरुष जनन-तंत्र—श्रोणि प्रदेश के अन्य अंगों की सापेक्षता मे	180
स्त्री जनन-तंत्र—अन्य श्रोणि अंगों की सापेक्षता मे	181
अंतःस्रावी ग्रंथियां	182
नेत्र	183
कान	184

मानव-शरीर

---

संरचना और कार्य





## मानव-शरीर : सामान्य परिचय

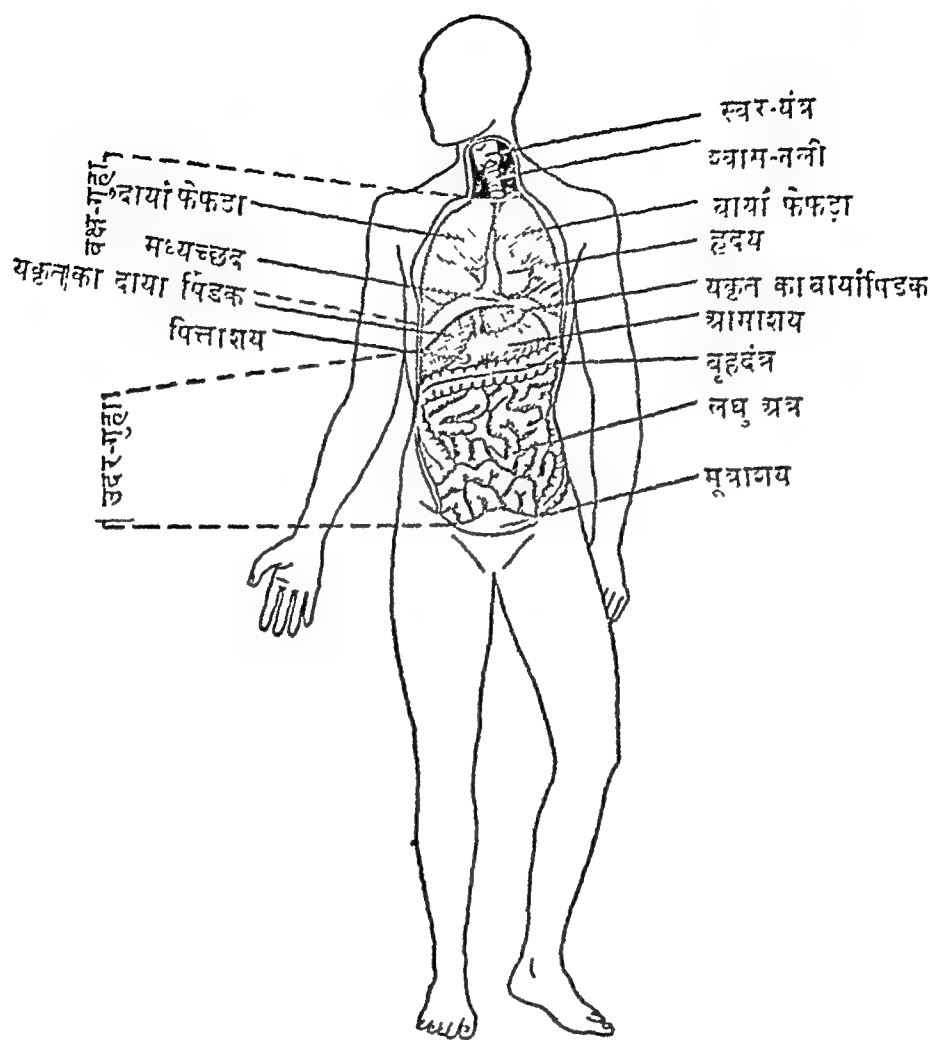
क्या आपने अपने से कभी यह प्रश्न भी किया है, “मेरे भीतर क्या होता रहता है” या “मुझे भूख क्यों लगती है” या “मैं ज्यादा देर तक सास क्यों नहीं रोक सकता ?” यदि हा, तो आपकी जिज्ञासा बहुत-कुछ वैसी ही है, जो सदियों से मनुष्य को देह के कार्यों के रहस्य में पँठने के लिए परिचालित करती रही है। आज हम देह की क्रियाविधियों के बारे में बहुत-सी बातें जान गए हैं, जो बहुत काल तक अज्ञात थी। यद्यपि कई प्रश्नों के उत्तर अभी भी नहीं मिल पाए हैं, फिर भी अब यह संभव हो गया है कि अब तक सगृहीत तथ्यों को इस प्रकार व्यवस्थित तथा निर्वचित किया जा सके कि जिससे हम उन बहुत-सी बातों को समझ सकते हैं, जिनके कारण हमारी ‘गाड़ी चलती’ है।

देह का अध्ययन—जीव-विज्ञान में समस्त सजीव वस्तुओं का संगठित अध्ययन आता है। यह कई सहायक विज्ञानों से मिलकर बना है, जिनमें से प्रत्येक इस विशाल क्षेत्र के एक-एक छोटे-छोटे विभाग से सबद्ध है। उदाहरण के लिए, शारीर या शरीर-रचना-विज्ञान सजीव वस्तुओं की संरचना से और भ्रूण-विज्ञान अंडावस्था से वयस्कता तक के उनके परिवर्धन से सम्बन्धित है। कायिकी का उद्देश्य सजीव वस्तुओं और उनके अंगों की गतिविधियों या सक्रियताओं का प्रेक्षण करना, और इससे भी अधिक महत्त्व की बात है, कि इसकी व्याख्या करना कि ये सक्रियताएँ क्योंकर होती हैं।

देह की ऊर्जा—मनुष्य को मशीन की भाँति कार्य करने के लिए ऊर्जा चाहिए, उसे जीवित रहने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता है, क्योंकि जीवन का अर्थ ही एक न एक प्रकार की क्रिया है। देह की विभिन्न सक्रियताओं में प्रदर्शित ऊर्जा अलग-अलग प्रकार की होती है—यांत्रिक (जैसे पेशीय संकुचन में), विद्युतीय (जैसे तंत्रिका-आवेगों में), रासायनिक (जैसे भोजन के पाचन में) और ऊष्मा (विभिन्न रासायनिक प्रतिक्रियाओं के उप-उत्पाद के रूप में)। इन ऊर्जाओं के स्रोत क्या हैं ?

देह की समस्त ऊर्जा और उसके सभी स्वरूपों का मूल, अतः देह के भीतर ऑक्सीजन की उपस्थिति में विभिन्न पदार्थों का ‘जलना’ ही निकलेगा। यह जलना कुछ बातों में लकड़ी, तेल या कोयले के जलने के समान ही है, जिसमें इनमें से किसी भी एक ईंधन का वायु की ऑक्सीजन के साथ संयोग होता है। ऑक्सीजन के साथ किसी अन्य पदार्थ का रासायनिक संयोग ऑक्सीकरण कहलाता है।

देह जिन पदार्थों का ऑक्सीकरण करती है, वे अतर्गृहीत (खाये हुए) भोजन



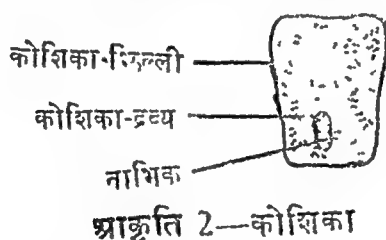
### आकृति 1—कुछ प्रमुख आंतरिक अंग

के खंडन से उत्पन्न अंश है। कोशिकाओं को पोषण और ऑक्सीजन मिलना ही चाहिए। हम सब इस बात का अनुभव करते हैं कि हमारे इस जटिल समाज में रहने का अर्थ मात्र खाना या सास लेना ही नहीं है। फिर भी यह सच है (और संभवतः कुछ लोगों के लिए इतना प्रकट कि इसकी उपेक्षा कर दी जाती है) कि मनुष्य की मूलभूत आवश्यकताओं की समुचित रूप से तुष्टि किए बिना कुछ भी नहीं किया जा सकता। इस पुस्तक का उद्देश्य आपको इन आवश्यकताओं से इन अर्थों में परिचित कराना है कि देह के भीतर क्या होता है और विभिन्न अंग किस प्रकार एक साथ काम करके एक स्वस्थ तथा शारीरिक रूप से संपूर्ण मानव का निर्माण करते हैं।

## देह के तंत्र

आइए, अब हम देह की प्रमुख सक्रियताओं पर सरसरी नजर डाल ले। हमें इस बात को याद रखना चाहिए कि आगामी अध्यायों में हम इन्हीं बातों पर अधिक विस्तार से विचार करेंगे। आकृति 1 में देह की बाह्यकृति दी गई है और उसके प्रमुख आंतरिक अंग दर्शाए गए हैं।

देह की संरचना इकाइयाँ—सभी सजीव वस्तुएं (प्राणी तथा पौधे, दोनों) अतीव सूक्ष्म खंडों से मिलकर बने हैं, जिन्हें कोशिकाएं कहते हैं। ये संरचना तथा कार्य, दोनों ही की इकाइयों का काम देती हैं। जिस पदार्थ से कोशिका बनती है, उस 'प्राणपदार्थ' को 'जीवद्रव्य' या 'प्रोटोप्लाज्म' कहते हैं। हर प्राणी (और मानव) कोशिका का विशेष लक्षण यह है कि उसमें एक सघनतर भाग, नाभिक, होता है, जो एक कम सघन, दानेदार भाग—कोशिका-द्रव्य या साइटोप्लाज्म—से घिरा रहता है। कोशिका-द्रव्य के बाह्य सीमात को 'कोशिका-झिल्ली' कहते हैं (आकृति 2)। समान प्रयोजन के लिए समूहबद्ध एक ही प्रकृति की कोशिकाएं 'ऊतक' कहलाती हैं। पेशीय, तंत्रिकायिक आदि विभिन्न ऊतकों को एक बड़ी संरचना इकाई में वर्गबद्ध किया जा सकता है, जिसे इन्द्रिय या अंग कहते हैं। प्रत्येक अंग (जठर या आमाशय, नेत्र, वृक्क आदि) का एक निश्चित कार्य है। जिन अंगों के संयुक्त कार्यों से अधिक बड़ी आवश्यकताओं की पूर्ति होती है, वे



मिलकर किसी एक तंत्र (परिवहनीय, पाचक, उत्सर्गी आदि) का निर्माण करते हैं। इन सभी भागों का एकीकृत संग्रह जीव (मनुष्य, कुत्ता, पेड़, मक्खी आदि) है। सभी बहुकोशी जीव अपनी नाना सक्रियताओं का संचालन श्रम-विभाजन के सिद्धांत के अनुसार करते हैं—उनके कुछ विशेष अंग विशिष्ट उपयोगों की विशिष्टता प्राप्त कर लेते हैं।

पाचक तंत्र—हम जो खाना खाते हैं, वह सामान्यतः इतना जटिल होता है कि देह की कोशिकाओं को तुरन्त उपलब्ध नहीं हो सकता। जैसा कि हम देख चुके हैं, शरीर के ईंधन हमारे खाए हुए भोजन के खंडन से उत्पन्न पदार्थ ही हैं। इसलिए पाचक तंत्र का कार्य जटिलतर भोजन को सूक्ष्मतर और रासायनिक दृष्टि से सरलतर पदार्थों में परिवर्तित करना है। निगले जाने पर भोजन मुख से ग्रसनी में और फिर एक पेशीय नली—ग्रसिका या ग्रस-नली—में जाता है, जो उसे जठर या आमाशय में ले जाती है। आमाशय में भोजन मथा जाकर छोटे-

छोटे कणों में टूटता है और उसमें पाचक रसों का मेल होता है, जो उमका सरलतर पदार्थों में रूपांतर आरम्भ कर देने है। आमाशय में अर्धतरल तथा अंगतः पचित भोजन क्षुद्रांत्र में धकेल दिया जाता है। क्षुद्रांत्र एक लम्बी तथा बड़ी मुड़ी-तुड़ी नली है, जिसमें अन्य पाचक रसों की क्रिया से पाचन अंततः संपूर्ण होता है। इस प्रकार उत्पन्न सरलतर पदार्थ अन्य की गुहा से निकलकर रुधिर-प्रवाह में मिल जाते हैं। क्षुद्रांत्र से भोजन का अपचित तथा किन्हीं हृद तक तरल अवशेष वृहदन्त्र में जाता है, जहां उसका पानी सोखा जाता है। अब यह अधिक ठोस रूप में आ जाता है और इसे तब तक के अस्थायी सग्रह के लिए मन्दाशय में ठेल दिया जाता है कि जब तक यह गुदा द्वारा निष्काशित नहीं हो जाता।

उपरिलिखित सभी अंग पाचक क्षेत्र या आहार-नाल के भाग हैं जो मूलतः मुख से लेकर गुदा तक एक लंबी नली है। नार-ग्रंथिया, यकृत या जिगर तथा अग्न्याशय-जैसे अन्य अंग भी पाचक क्षेत्र में ही सम्मिलित हैं, यद्यपि वे पाचन-प्रणाली के शारीरिक भाग नहीं हैं, क्योंकि वे ऐसे पाचक स्राव उत्पन्न करते हैं, जो भोजन के उपभोग्य पदार्थों में परिवर्तन के लिए बड़े महत्त्वपूर्ण हैं।

परिवहन-तंत्र—पाचन में उत्पन्न हुए उन सरल पदार्थों का, जो लघु अन्त्र से रुधिर-प्रवाह में चले जाते हैं, देह-भर की कोशिकाओं तक पहुंचाया जाना आवश्यक है। यह कार्य परिवहन-तंत्र के विभिन्न अंगों द्वारा किया जाता है। इसकी तुलना हम बंद नलियों की एक ऐसी प्रणाली से कर सकते हैं कि जिसमें एक पप भी मीलबंद कर दिया गया है। हृदय से बड़ी-बड़ी रुधिर-वाहिकाएं—धमनिया—निकलती हैं, जो क्रमशः छोटी-छोटी वाहिकाओं में बंटती चली जाती हैं। उनमें से सबसे छोटी वाहिकाएं आकार में बहुत ही सूक्ष्म होती हैं और कोशिकाएं कहलाती हैं। जिस प्रकार छोटे-छोटे नालों के मिलने से बड़ी-बड़ी नदियां बनती हैं, उसी प्रकार कोशिकाएं भी एक-दूसरे से मिल-मिलकर अधिक बड़ी वाहिकाएं बनाती हैं और ये बड़ी वाहिकाएं अपनी जमी बड़ी वाहिकाओं से मिलकर और भी बड़ी वाहिकाओं का निर्माण करती हैं। इस प्रकार के मेलों में बनी वाहिकाएं शिराएं कहलाती हैं और ये वापस हृदय की ओर जाती हैं। हृदय इस परिपथ पर रुधिर को लगातार पप करता रहता है—हृदय से धमनियों में, धमनियों से कोशिकाओं में, कोशिकाओं से शिराओं में, और शिराओं में वापस हृदय में। किन्तु इस बंद प्रणाली के भीतर जानेवाले पोषण-पदार्थ देह की कोशिकाओं तक क्यों कर पहुंचते हैं? कोशिकाओं में ये पदार्थ पानी सहित 'रिस' जाते हैं। इस जलीय विलयन को ऊतकीय तरल कहते हैं, क्योंकि यह देह की अधिकांश ऊतकीय कोशिकाओं को तर करता रहता है। इस तरल से पोषण-पदार्थ कोशिका में प्रवेश कर जाते हैं। कुछ ऊतकीय तरल कोशिका-भित्तियों से रुधिर में सीधा लीट आता है, जबकि शेष अन्य छोटी-छोटी नलिकाओं में छनकर चला जाता है। इन नलिकाओं को लसीका-वाहिकाएं कहते हैं। ये वाहिकाएं एक-दूसरी से मिलकर क्रमशः दीर्घतर वाहिकाएं बनाती जाती हैं और दीर्घतम वाहिकाएं अपना तरल

शिराग्रो मे खाली करती जाती है। इस प्रकार लसीका-तंत्र परिवहन-तंत्र का एक सयोजक भाग ही है।

श्वसन-तंत्र—कोशिकाओं को अब आवश्यक पोषण-पदार्थ मिल चुके हैं। किन्तु इन पोषण-पदार्थों में से कुछ को ऐसे रूप में परिवर्तित करने के लिए, जिसमें वे जीवनदायी ऊर्जा मुक्त कर सकते हैं, कोशिकाओं को ऑक्सीजन भी चाहिए। वायु, जिसमें ऑक्सीजन भी सम्मिलित होती है, नासिकीय अथवा मुखीय गुहा—नासिका अथवा मुख—द्वारा ग्रसनी में, और वहां से श्वास-नली अथवा 'वायु-नली' में खिंचकर जाती है। श्वास-नली बाकी या श्वसनी नाम की दो नलिकाओं में विभक्त हो जाती है। इनमें से प्रत्येक एक-एक फुफुस या फेफड़े को जाती है। इन नलिकाओं तथा इनसे शाखारूप में निकलती उपनलिकाओं से गुजरकर वायु अतः फुफुसीय ऊतक में स्थित सूक्ष्म वायु-कोषों में चली जाती है। वायुकोष श्वास-नली के सूक्ष्मतम उपविभागों के अंतिम द्वार हैं। वायु-कोषों में की ऑक्सीजन कोषों तथा उनसे मिली कोशिकाओं की भित्तियों में से विसरित होकर (रिसकर) रुधिर में चली जाती है, जबकि रुधिर में की कार्बन डाई-ऑक्साइड रिसकर वायु-कोषों में आ जाती है। रक्त में पहुँचने के साथ ऑक्सीजन लाल रुधिर-कोशिकाओं को लाल रंग देनेवाले रजक—हीमोग्लोबिन के—साथ सयुक्त हो जाती है और उनके साथ देह के सभी भागों में चली जाती है। देहीय ऊतकों में हीमोग्लोबिन द्वारा ऑक्सीजन मुक्त कर दी जाती है और वह ऊतकीय तरल में, और उससे कोशिकाओं में चली जाती है।

प्रश्वसन, अर्थात् सास खींचने की प्रक्रिया, क्या है? इसलिए कि वायु को फेफड़ों के भीतर खींचा जा सके, वक्षीय गुहा का प्रसार होना चाहिए। यह क्रिया वक्षीय तथा उदरीय गुहाओं को विभाजित करनेवाले पेशीय परदे, मध्यच्छद या डायफ्राम, के संकुचन तथा तज्जन्त गिरने और पसलियों की उपरिमुखी व बाह्यगामी गति द्वारा संपादित होती है। उच्छ्वसन, अर्थात् सास का बाहर निकलना, सामान्यतः एक निष्क्रिय प्रक्रिया है, इससे मध्यच्छद तथा पसलियों में गति उत्पन्न करनेवाली पेशियों का तनाव कम हो जाता है, जिससे वक्षीय गुहा का आयतन कम हो जाता है और फेफड़े अपनी निजी प्रत्यास्थता (लचकाव) के कारण अशतः पिचक जाते हैं।

उत्सर्गी या उत्सर्जन-तंत्र—कोशिकाओं को सरल पोषण पदार्थ तथा ऑक्सीजन, दोनों की प्राप्ति हो जाने पर ऑक्सीकरण हो जाता है। कोशिकाओं में और भी कई प्रकार की रासायनिक प्रतिक्रियाएँ होती हैं, चाहे वे ऑक्सीकरण के साथ-साथ हो, चाहे ऑक्सीजन के अभाव में। सभी प्रतिक्रियाओं द्वारा उन्मुक्त ऊर्जा कई प्रयोजनों के लिए उपयोग में लाई जाती है। ऊर्जा का कुछ अंश कोशिका के रासायनिक कार्य को बढ़ाने के लिए प्रयुक्त हो जाता है। साधारण-तया सभी कोशिकाओं में दो प्रकार की रासायनिक प्रतिक्रियाएँ होती रहती हैं। एक प्रकार की प्रतिक्रिया में बड़े तथा जटिल पदार्थों का सूक्ष्म तथा सरलतर

पदार्थों में खंडन होता है। कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न ऊर्जा इसी प्रकार के परिवर्तनों के कारण होती है (ऑक्सीकरण स्वयं इसका एक उदाहरण है)। इन परिवर्तनों का दूसरा प्रकार वह है, जिसमें सरल पदार्थों से जटिल पदार्थों का निर्माण होता है और जो ऊतकों की वृद्धि तथा मरम्मत का आधार है। खंडन-प्रतिक्रियाओं द्वारा उत्पन्न सभी सरलतर पदार्थ कोशिकाओं के लिए उपयोगी अथवा उनके द्वारा उपयोग के योग्य नहीं होते, चाहे वे कितने ही मूल्यवान् क्यों न हों; यह हो सकता है कि उनका उत्पादन कोशिकाओं की आवश्यकता से अधिक मात्रा में हो जाए। इस प्रकार के वेकार पदार्थों को यदि एकत्र होने दिया जाए, तो वे देह की कार्यक्षमता में बाधक होंगे या उसके लिए वस्तुतः हानिकारक तक हो जाएंगे। इनमें से अधिकांश उन कोशिकाओं से, जिनमें वे पैदा हुए थे, रिसकर ऊतकीय तरल में और फिर रुधिर में आ जाते हैं। पानी सहित इनका अधिकांश रुधिर के गुदों या वृक्कों से गुजरते समय उमसे छनकर अलग हो जाता है। वृक्कीय नलिकाओं में लंबी और घीमी यात्रा के बाद जलीय विलयन में मिले इन वेकार पदार्थों से मूत्र बन जाता है, जो वृक्क से मूत्रवाहिनी में होकर मूत्राशय में चला जाता है। मूत्राशय में कुछ समय तक जमा रहने के बाद मूत्र-मार्ग नामक एक और नलिका में होकर मूत्र देह के बाहर चला जाता है।

मुख्य उत्सर्गी मार्ग वृक्क-तंत्र ही है, किन्तु कुछ वेकार माल देह को अन्य मार्गों से भी त्यागते हैं। उदाहरण के लिए कहा जा सकता है कि फुफुस उच्छ्व-वसित वायु में कार्बन डाई-ऑक्साइड तथा पानी का (वाष्प के रूप में) उत्सर्जन करते हैं। त्वचा में स्थित पसीने की ग्रंथियां भी पानी तथा लवणों के उत्सर्जन में सहायक होती हैं।

पेशिया तथा ग्रंथिया—ये वे अंग हैं जो देह के अधिकांश प्रत्यक्ष कार्य करते हैं। ये देह के भागों को चलाते हैं और उन आवश्यक रासायनिक पदार्थों को संचित करते हैं, जो कुछ आवश्यक कार्य करते हैं। पेशियों का संकुचन हमारे पैरों, बाहुओं, धड़, हनु (जवाड़ा) आदि की गतियों का कारण है। ऐसी पेशिया ककाल के भागों से जुड़ी रहती हैं और वे किसी अस्थि-विशेष को खींचकर किसी नई स्थिति में लाकर गति को संपादित करती हैं। इस प्रकार की पेशी बड़ा तेज काम कर सकती है। इनके अलावा घीमी चाल से काम करनेवाली और पेशिया भी हैं, जो हमारे आंतरिक अंगों को गति देती हैं। इन पेशियों में हृदय की पेशिया, पाचन-प्रणाली की भित्तिया तथा रुधिर-वाहिनिया, ग्रंथीय वाहिनिया, श्वास-नली, मूत्रवाहिनी आदि जैसे विभिन्न नलिकीय अंगों की भित्तियों में की पेशिया आती हैं। इस प्रकार ये पेशिया रुधिर के किसी अंग में प्रवाह, वायु के फुफुसों में प्रवाह तथा भोजन के आहार-नाल में होकर जाने आदि जैसी प्रक्रियाओं को प्रभावित करती हैं।

पेशीय सक्रियता के दौरान ऊष्मा उत्पन्न होती है। पेशीय सक्रियता तथा पहली अवस्था की पुनःप्राप्ति के दौरान उत्पन्न समस्त ऊर्जा उपयोगी कार्य में

परिणत नहीं हो जाती, वस्तुतः उसका अधिकांश ऊष्मा के रूप में निकल जाता है। किसी भी मशीन में यह शुद्ध व्यर्थ होता। किन्तु देह में ऊष्मा का इस प्रकार उत्पन्न होना देह के ताप को कायम रखने की दृष्टि से अत्यंत उपयोगी है।

देह की ग्रंथियां वे रासायनिक कार्यशालाएँ हैं, जो देह के विभिन्न अंगों के ठीक से कार्य करने तथा उनकी सक्रियताओं के लिए आवश्यक पदार्थ तैयार करती हैं। बड़ी पाचक ग्रंथियों का हम उल्लेख कर ही चुके हैं। ग्रामाणय तथा लघु अंत्र की भित्तियों में स्थित छोटी ग्रंथियाँ अन्य पाचक रसों का स्राव करती हैं, जो अन्तर्गृहीत भोजन के खंडन में सहायता देते हैं। ग्लैंडमिक ग्रंथियाँ ग्लैडमा का स्राव करती हैं, जो अनेक कोटरो तथा अंगों के अस्तरों को स्निग्ध (चिकना) रखता है।

अभी तक हमने अंगों की कुछ ऐसी प्रमुख सक्रियताओं की ही जानकारी प्राप्त की है, जिनका जीवन की ऊर्जा को बनाए रखने से ही अधिक सीधा संबंध है। यदि देह के अन्य अंगों तथा तंत्रों का ऊर्जा के उत्पादन से सीधा सम्बन्ध नहीं है, तो देहीय अर्थतंत्र में उनकी भूमिकाएँ क्या हैं? वे भी जीवन के लिए पूर्णतः उत्तम ही महत्त्वपूर्ण हैं, जितने कि वे अंग कि जिनकी हम चर्चा कर चुके हैं। जैसा कि हम देखेंगे, किसी भी एक तंत्र का अन्य सभी तंत्रों से घनिष्ठ अंतः-संबंध है और वह अन्य सभी तंत्रों पर आश्रित है। देह संयुक्त रूप से एक संपूर्ण इकाई है और इसके विभिन्न विभागों को अलग करना उसकी विशिष्ट सक्रियताओं के अनुसंधान और परिचर्या में सहायक है। यदि हम उपर्युक्त तंत्रों के अंगों को ऐसी मशीनें मानें, जिनके द्वारा विभिन्न कार्य किए जाते हैं, तो तंत्रिका तथा अंतःस्रावी तंत्रों को इन मशीनों की सक्रियताओं को निर्देशित करनेवाले इंजीनियर मानना होगा, जो इनको रोकते-चलाते हैं तथा इस बात का निर्णय करते हैं कि उनमें से किस से, किस समय और किस चाल से काम करवाया जाए।

तंत्रिका-तंत्र तथा ज्ञानेन्द्रियाँ—अपनी शाखाओं-उपशाखाओं द्वारा तंत्रिका-तंत्र देह के हर भाग में फैला हुआ है। इसे मोटे तौर पर दो भागों में बाटा जा सकता है—केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र, जिसमें मस्तिष्क और मेरु-रज्जु या रीढ़-रज्जु आते हैं, तथा केन्द्र के बाहर का परिधीय तंत्रिका-तंत्र, जो मस्तिष्क तथा रीढ़-रज्जु से विकसित होकर देह के बाहरी भागों को जानेवाली तंत्रिकाओं का बना है। तंत्रिकाएँ तंतुओं के बंडलों की बनी हैं, जिन पर होकर केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र को समाचार—तंत्रिका-आवेग—आते-जाते हैं। केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र से निकलनेवाले कई तंत्रिका-ऊतक ककालीय पेशियों में जाकर खत्म होते हैं और उन तक आवेगों का प्रेषण करते हैं, जिनसे वे सकुचित होते हैं। अन्य तंतु आंतरिक अंगों की पेशियों को या कुछ अन्य ग्रंथियों को जाते हैं। इन तंतुओं में के आवेग इन प्रदेशों में पेशीय या ग्रंथीय सक्रियताओं को आरंभ और रोक या तेज और धीमा कर सकते हैं।

इनके अलावा दूसरे तंत्रिका-तंतु भी हैं, जो विभिन्न ज्ञानेन्द्रियों या ग्रहीताओं से आवेगों का केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र में चालन करते हैं। ग्रहीता वातावरण में आने



वाले कुछेक परिवर्तनों के प्रति विशेष गवेदनशील होते हैं। हमारी देह में प्रकाश-किरणों, ध्वनि-तरंगों, रसायनों की गंध या स्वाद, स्पर्श, दाब, वेदना, गन्मी-सरदी तथा कई अन्य प्रकारों की संवेदनाओं को ग्रहण करनेवाले ग्रहीता ही हैं। ये ज्ञानेन्द्रिया केवल देह की सतह पर या उसके निकट ही नहीं, प्रत्युत आंतरिक अंगों तथा पेशियों, कडराओं तथा संधियों में भी स्थित हो सकती हैं। जब आवेग किसी ग्रहीता से केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र को जाते हैं, तो उनकी सूचना का एक अथवा अधिक केन्द्रों में निर्वचन होता है, यदि आवश्यक प्रतिवेदन क्रिया या कार्य हो, तो एक केन्द्र वाह्यगामी तंत्रिका-तंतुओं द्वारा आवेगों का योजन कर देता है और इससे पेशिया अथवा ग्रंथिया उस क्रिया के लिए उद्दीपित हो जाती हैं। यह प्रक्रिया अनेक तंत्रिका-कार्यों का आधार है और प्रतिवर्ती क्रिया कहलाती है।

उच्चतम तंत्रिका-कार्यों का केन्द्र मस्तिष्क है। मस्तिष्क के उच्चतम स्तरों में तंत्रिकायिक प्रक्रियाएँ अव्ययन, स्मरण तथा विचारणा को जन्म देती हैं; भावनाओं के केन्द्र भी यही हैं। इन कार्यों तथा अन्य तंत्रों पर तंत्रिकायिक प्रभाव के बारे में हम इस बात पर सहमत हो सकते हैं कि तंत्रिका-तंत्र का सर्वप्रमुख कार्य समन्वयन तथा एकीकरण है—अर्थात्, अन्य अंगों को इस प्रकार नियंत्रित करना जिससे सभी अंगों तथा सक्रियताओं का एक संपूर्ण जीव में समस्वर, सहकार तथा संयोजन सुनिश्चित हो सके।

इस प्रकार तंत्रिका-तंत्र अंगों तथा तंत्रों के घनिष्ठ अन्तःसम्बन्ध के लिए उत्तरदायी है। ऊर्जा के उचित वितरण तथा नियंत्रण के लिए यह सम्बन्ध अत्यावश्यक है।

अंतःस्रावी तंत्र—तंत्रों की हमने अब तक जिन ग्रंथों में चर्चा की है उसे दृष्टि में रखकर अंतःस्रावी तंत्र को एक तंत्र की अपेक्षा कुछेक ग्रंथियों को समूह-बद्ध करने का एक अधिक सुविधाजनक तरीका कहना ज्यादा ठीक होगा। हम देख चुके हैं कि कुछ ग्रंथियों (उदाहरण के लिए यकृत) अपने स्रावों को वाहिनियों द्वारा स्रवित करते हैं। अंतःस्रावी ग्रंथियाँ अथवा आंतरिक स्राव करनेवाली ग्रंथियों के वाहिनियाँ नहीं होती और वे अपने स्राव रुधिर-प्रवाह में स्रवित करती हैं। इससे इन स्रावों अथवा हार्मोनो का विस्तृत वितरण तथा उनके द्वारा अपने निर्माण-स्थलों से काफी दूर पर भी सक्रियताओं तथा प्रदेशों को नियंत्रित करना संभव हो जाता है। मोटे तौर पर अपने हार्मोनो द्वारा अंतःस्रावी ग्रंथियाँ तंत्रिका-तंत्र की अपेक्षा देहीय सक्रियताओं को काफी धीमी गति से समन्वित तथा नियंत्रित करती हैं। जहाँ तंत्रिकायिक सक्रियता देह को अपने वातावरण में तीव्र परिवर्तनों के प्रति अनुकूलित करती है, ये ग्रंथियाँ दीर्घकालिक अनुकूलीकरण को संचालित करती हैं।

कुछ ग्रंथियाँ एक से अधिक हार्मोनो का स्राव करती हैं। अधिकांश अंतःस्रावी ग्रंथियाँ अन्योन्याश्रित हैं और वे एक-दूसरी की सक्रियताओं को प्रभावित करती हैं तथा उनसे प्रभावित होती हैं। इनमें से मुख्य पिट्यूइटरी ग्रंथि है,

जिसके हारमोन, अन्य चीजों के अलावा, कई अन्य अतःस्त्रावी अणु की वृद्धि तथा स्त्रावी को नियंत्रित करते हैं। थाइरायड ग्रंथि देह की समस्त कोशिकाओं में ऑक्सीकरण की चाल को नियंत्रित करती है। पैराथाइरायड ग्रंथियाँ रूधिर में 'सक्रिय' कैल्शियम की मात्रा को नियमित करती हैं। अधिवृक्क-ग्रंथियाँ रूधिर में अन्य महत्वपूर्ण खनिजों की मात्रा को नियमित करती हैं। अग्न्याशय के अतः-स्त्रावी भाग—पिट्यूइटरी, अधिवृक्क, तथा थाइरायड ग्रंथियाँ—ये सब देह में ऑक्सीकरणित अथवा सगृहीत खाद्य पदार्थों की मात्रा के नियंत्रण में भाग लेते हैं। लिंग-ग्रंथियाँ अथवा जनद यद्यपि वनावट में अतः स्त्रावी ही हैं, किन्तु उनपर विचार उन्हें जनन-तंत्र के भाग मानते हुए ही किया जाएगा।

किसी भी अतः स्त्रावी ग्रंथि की अतिक्रियाशीलता (हारमोन का वर्धित स्त्राव) अथवा अध-क्रियाशीलता (अल्प स्त्राव) से गंभीर अव्यवस्थाएँ, और किन्हीं-किन्हीं हालतों में तो मृत्यु तक, उत्पन्न हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, अग्न्याशय की अतिसक्रियता से मधुमेह और थाइरायड ग्रंथि की अध-क्रियाशीलता से विभिन्न प्रकार की गडमालाएँ-जैसे रोग हो सकते हैं।

जनन-तंत्र—देह के अन्य तंत्र जहाँ विशिष्ट रूप से व्यक्ति में जीवन के संरक्षण से ही सबद्ध हैं, वहाँ ये तंत्र जात या जाति की निरंतरता के लिए भी उत्तरदायी हैं। विश्वास किया जाता है कि पिट्यूइटरी ग्रंथि के हारमोन लिंग-ग्रंथियों तथा जनन-कोशिकाओं की वृद्धि के नियंत्रण द्वारा यौवनावस्था लाते हैं। नर की शुक्राणु-कोशिकाएँ वृषण में उत्पन्न होती हैं, और मादा की अंड-कोशिकाएँ अंडाशयों में। जब मैथुन के बाद एक शुक्राणु-कोशिका एक अंड-कोशिका के साथ संयुक्त हो जाती है, तो उससे उत्पन्न संसृजित अंड-कोशिका ही नये व्यक्ति के जीवन की पहली अवस्था है।

यौवनावस्था प्राप्त होने पर जनद (वृषण या अंडाशय) द्वितीयक लैंगिक लक्षणिकताओं (केश का वितरण, स्वर की तेजी आदि) का निर्धारण करते हैं। लैंगिक रूप से वयस्क पुरुष अथवा स्त्री की लैंगिक क्रियाविधि का नियमन, पिट्यूइटरी तथा जनद, दोनों, हारमोनो का काम है। स्त्रियों के बारे में यह बात खासकर ठीक है, जिनमें ये दोनों हारमोन मासिक वर्म-चक्र तथा सगर्भावस्था की घटनाओं के क्रम को नियंत्रित करते हैं।

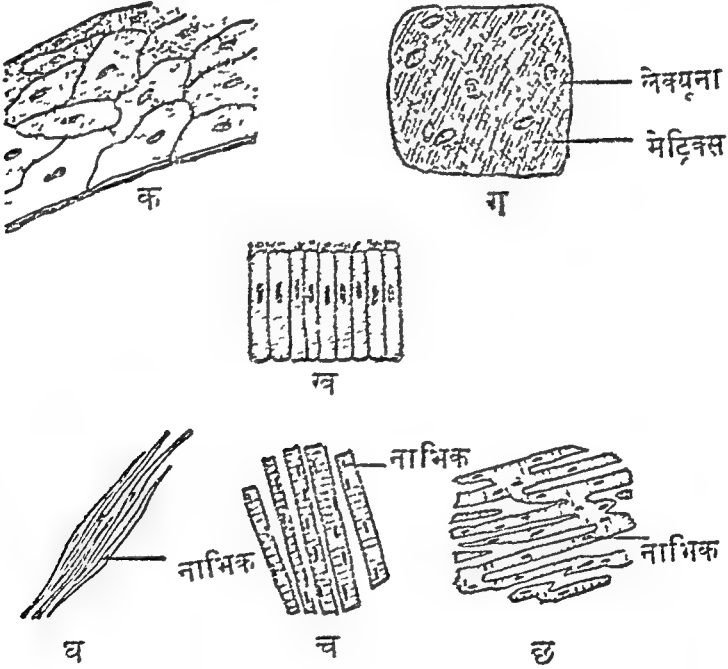
## अध्याय 2

# देह की संरचना

जिस विज्ञान में ऊतकों की सूक्ष्म लाक्षणिकताओं का अध्ययन किया जाता है, उसे 'ग्रन्वीथ्य शरीर' या 'ऊतकी' कहते हैं। संपूर्ण रचनाओं का अध्ययन करने वाला विज्ञान 'शरीर' कहलाता है।

### ऊतक

देह की संरचना तथा कार्य की मूलभूत इकाई कोशिका है। एक ही प्रकार की कोशिकाएँ समूहबद्ध होकर ऊतक बनाती हैं। ऊतकों के यद्यपि कई प्रकार हैं, तथापि प्रमुख इन चार को ही माना जाता है :



आकृति 3—ऊतकों के उदाहरण (क) बाह्य त्वचा, (ख) रोमाभ स्तंभाकार, (ग) कटोरा में कोशिका वाली उपास्थि, (घ) समतल पेजी, (च) कंकालीय पेजी, (छ) हृदीय पेजी

(क) तलीय ऊतक अथवा बाह्य त्वचा या एपीथीलियम, जिसमें कोशिकाएँ कसकर भरी होती हैं, जिसमें सभी नुली सतहों पर एक सुरक्षात्मक आवरण बन जाता है। आकार में ये कोशिकाएँ छोटी, बड़ी तथा परतीली—स्क्वेमुअस,



और यदि यह कटी हुई न हो, तो परतीली बाह्य त्वचा की इसकी सबसे बाहरी परत बैक्टिरियाई आक्रमण के विरुद्ध एक प्रभावशाली दीवार का काम करती है। त्वचा का फैलाव सारी देह पर निरंतर है, जिसमें इसकी श्लैष्मिक झिल्लियाँ हैं, (इन्हे यह नाम इसलिए दिया गया है कि इन झिल्लियों में श्लेष्मा का स्राव करने वाली ग्रंथियाँ होती हैं) जो बाहरी वातावरण से सपर्क में आनेवाले कोटरों या छिद्रों (जैसे मुख, नासिका, गुदा आदि) में मदी होती हैं। त्वचा के दो विभाग होते हैं बाहर की बाह्य त्वचा या एपीडर्मिस और भीतर का चर्म या डर्मिस। एपीडर्मिस का कार्य संरक्षात्मक है, इसकी मोटाई का अधिकांश मृत बाह्यचर्मीय कोशिकाओं का बना होता है। ये मृत कोशिकाएँ सतही परतों से लगातार झड़ती रहती हैं और इनकी जगह नीचे की जीवित कोशिकाएँ लेती रहती हैं, जिनकी जगह फिर और नई-नई जीवित कोशिकाएँ उत्पन्न होती जाती हैं। चर्म या डर्मिस संयोजी ऊतकों, रुधिर तथा लसीका-वाहिनियों, स्वेद तथा तेल उत्पन्न करनेवाली सिबेसियस ग्रंथियों तथा बालों की जड़ों का अंत मिश्रण है। दोनों ही प्रदेशों में अनेक संवेदक तंत्रिका-छोर होते हैं, जो या तो स्वतंत्र होते हैं, या किसी विशेष ज्ञानेन्द्रिय को आते या जाते हैं।

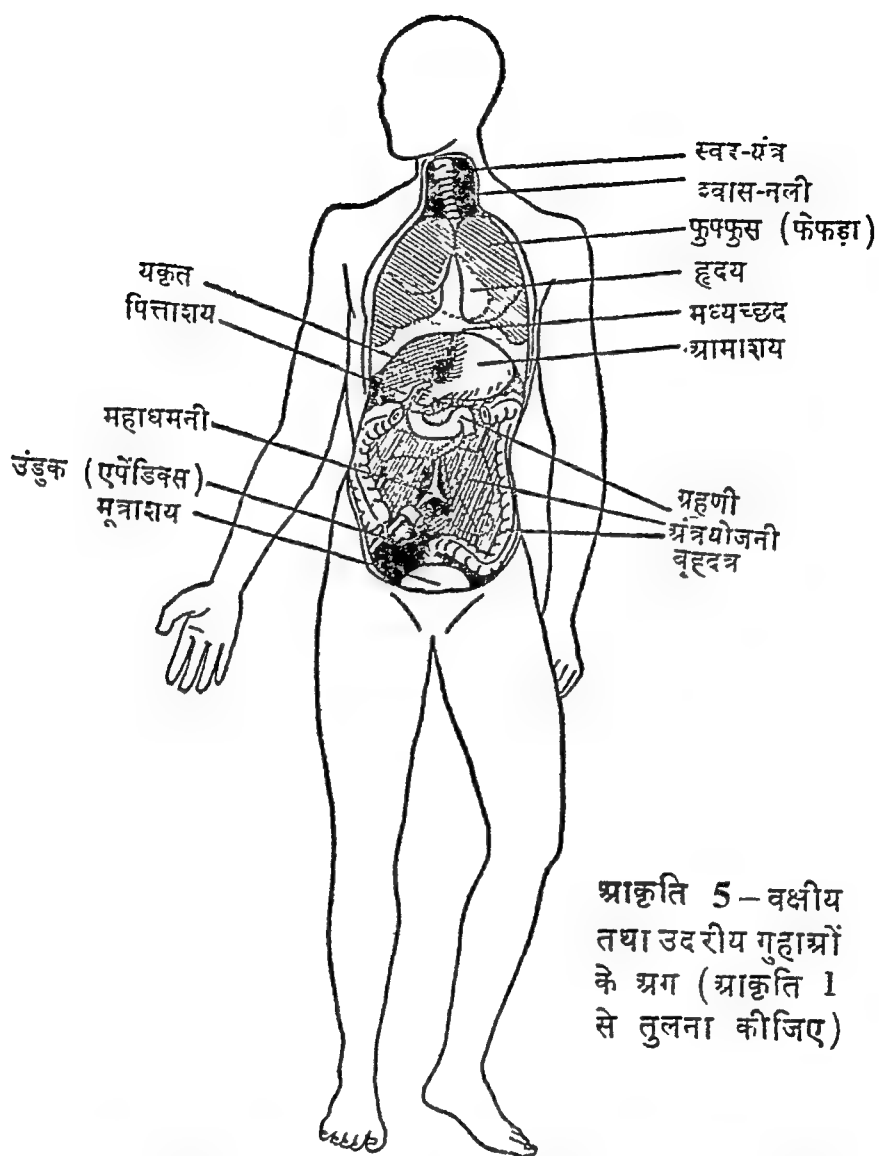
त्वचा के नीचे संयोजी ऊतकों की एक परत होती है, जिसमें वसा-ऊतकों का भी काफी भाग होता है। संयोजी ऊतक त्वचा को नीचे की पेशी या अस्थि से जोड़ता है जबकि वसा पृथक्करण का काम करती है। देह के अधिकांश क्षेत्रों में त्वचा के बाद दृष्टि में पड़नेवाले अग कंकाल-पेशियाँ हैं, (देखिए आकृति 22), जो कडराओं द्वारा अस्थि से या अपने ऊपर की त्वचा से जुड़ी होती हैं। कंकाल (आकृति 20) पेशियों के नीचे है और देह के मजबूत ढाँचे का निर्माण करता है।

### आंतरिक अंग

देह का आंतरिक भाग तीन छिद्रों या गुहाओं का बना हुआ है, जिनमें आतराग या आंतरिक अंग स्थित हैं।

कपालीय गुहा—करोटि या खोपड़ी के भीतर की जगह, जो मस्तिष्क द्वारा लगभग पूर्णतः भरी हुई है, कपालीय गुहा कहलाती है। खोपड़ी, मस्तिष्क को घेरनेवाली झिल्लियाँ तथा झिल्लियों में बंद जलीय अस्तर—ये सब मिलकर मस्तिष्क को सामान्यतः समुचित संरक्षण प्रदान करते हैं।

वक्षीय गुहा—(आकृति 5 तथा 6)—वक्ष या छाती के भीतर वक्षीय गुहा है जिसमें हृदय तथा फेफड़े या फुफ्फुस हैं। यह गुहा रीढ़ की हड्डी के वक्षीय भाग, पसलियों तथा छाती की हड्डी से बने अस्थियों के संरक्षणात्मक पिण्डों में बंद है। इस गुहा पर फुफ्फुसावरण या प्लूरा नामक झिल्ली का अस्तर है, जो खुद अपने ही ऊपर चढ़ी हुई है और फेफड़ों को भी ढँकती है। गुहा के बीच में, कुछ वाई तरफ हटकर, हृदय है जो हृदयावरण या परिहृद् नामक झिल्लिकामय थैली से घिरा हुआ है। श्वास-नली नाम की एक पेशीय नली, जिसमें थोड़े-थोड़े



आकृति 5—वक्षीय  
तथा उदरीय गुहाओं  
के अंग (आकृति 1  
से तुलना कीजिए)

अंतर पर उपास्थि के बने बलय है, ग्रसनी या फेरिक्स और गर्दन में से होकर जाती है और इस गुहा के सबसे ऊपरी भाग के बीच के हिस्से में दो श्वसनियों में विभक्त हो जाती है। संरचना में ये श्वसनिया श्वास-नली के ही समान हैं किन्तु इनका व्यास उससे कम है। ये नलिया फेफड़ों में जाकर क्रमश छोटी-छोटी नलिकाओं में बटती जाती हैं, जिनका अंत वायुकोष्ठों में होता है। ग्रसनी से ही आरंभ होकर और श्वास-नली के ठीक पीछे होकर जानेवाली ग्रसिका, श्वास-नली या ईसोफेगस है, जो ग्रामाशय जाते समय हृदय के पीछे से और कोटर की मध्य रेखा पर होते हुए वक्षीय कोटर से होकर गुजरती है।

उदरीय या उदर-गुहा—(आकृति 1, 5 तथा 6)—वक्षीय कोटर को

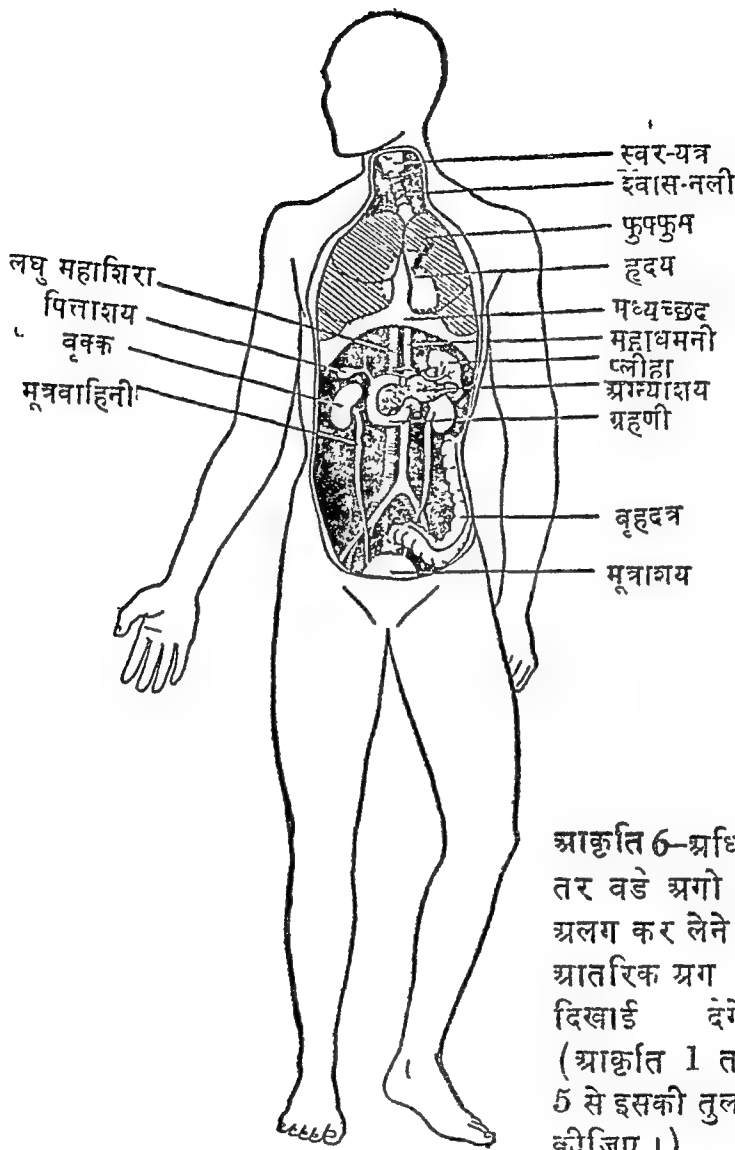
उदरीय गुहा से डायफ्राम या मध्यच्छद अलग करता है, जो ककाल-पेशी की बनी एक पतली झिल्ली है।

अधिकांश पाचक अंग उदर में ही स्थित हैं। मध्यच्छद के जरा ही नीचे, अधिकतर दाईं ओर ही यकृत या जिगर है, जो देह की सबसे बड़ी ग्रंथि है (इसका रंग लातिमा लिये भूरा होता है)। दाईं तरफ, जिगर की उल्टी दिशा में, ग्रासनली जठर या ग्रामाशय से मिलती है। ग्रामाशय का आकार कुछ-कुछ नासपाती जैसा है। स्वयं ग्रामाशय से अनेको कुंडलोवाली लघु अंत्र (छोटी आंत) निकलती है। उदरीय गुहा का अधिकांश मध्य भाग छोटी आंत ने ही घेर रखा है। इसके प्रत के साथ बृहत् अंत्र या बड़ी आंत का आरंभ होता है। यह अंग (बड़ी आंत) पहले गुहा के दाहिनी ओर ऊपर चढ़ता है, फिर समकोण पर मुड़कर दाईं ओर चला जाता है और छोटी आंत को तीन ओर से घेरता हुआ नीचे उतर आता है। बड़ी आंत गुहा के निचले भाग में स्थित मलाशय में जाकर खाली होती है। ग्रामाशय तथा लघु अंत्र के सगम पर और कुछ दूर लघु अंत्र के साथ-साथ जाता अंग लालिमायुक्त सफेद ऊतक का एक लवाकार पिंड—अग्न्याशय है। ग्रामाशय से मलाशय तक की पाचन-प्रणाली एक पतली झिल्ली को छोड़कर, जो किसी हृद तक इसे गुहा की पिछली दीवार से लटकाए रखती है, किसी से जुड़ी हुई नहीं है। उदर-गुहा के सभी अंगों को फुफुसावरण—जैसी एक झिल्ली—उदर्या या पेरिटोनियम—ढके हुए है। यह इस गुहा की दीवारों को ढके हुए भी है। इस गुहा के दोनों ओर पीछे की तरफ ऊँचाई पर, किन्तु उदर्या के बाहर, सेम के बीज के आकार के वृक्क हैं, जिनसे निकलकर दोनों मूत्रवाहिनियाँ मूत्राशय या ब्लेडर में जाकर रीती हो जाती हैं। मूत्राशय पेशी का बना एक थैला है, जो काफी फैल सकता है। यह इस गुहा के निम्नतम मध्यभाग में स्थित है।

### अन्य अंग

उन अनेक रुधिर-वाहिनियों, लसीकावाहिनियों तथा तंत्रिकाओं का अभी उल्लेख नहीं किया गया है, जो देह के लगभग सभी प्रदेशों को जाती हैं (आकृति 7 तथा 23)। इनके बारे में हम आगे चलकर कुछ कहेंगे। मेरुरज्जु या रीढ़रज्जु मेरुदंड या कशेरुकदंड की एक गुहा में स्थित है और उसी प्रकार संरक्षित है, जैसे कि मस्तिष्क।

अतः सावी तंत्र की विभिन्न ग्रंथियों (आकृति 38) का वितरण व्यापक है। पिट्यूइटरी ग्रंथि मस्तिष्क के निचले तल से लटकी हुई है। थाइरायॉइड ग्रंथि स्वर-यंत्र के दोनों ओर स्थित है। स्वर-यंत्र स्वयं देह की मध्यरेखा को काटकर अपने दोनों पिंडकों या फालियों को जोड़नेवाला एक पतला तंतु है। पेरिथाइरायॉइड ग्रंथियाँ थाइरायॉइड ऊतक में स्थित हैं और आकार में काफी छोटी हैं। अधिवृक्क-ग्रंथियाँ वृक्कों के ऊपर बसा के उस बड़े पिंड में स्थित हैं, जो इन अंगों के आस-पास आमतौर पर उपस्थित रहता है। अग्न्याशय की चर्चा की ही जा चुकी है।



पुरुष के मुख्य जनन-अंग (आकृति 39) वृषण है, जो उदरीय गुहा के बाहर वृषण-कोश में पाये जाते हैं। स्त्री के जनन-अंग (आकृति 41) उदरीय गुहा के भीतर ही स्थित है। दोनों ओर एक-एक अंडाशय लम्बी अंडवाहिनियों द्वारा बीच में स्थित गर्भाशय से संबंधित है।



## अध्याय 3

### परिवहन-तंत्र

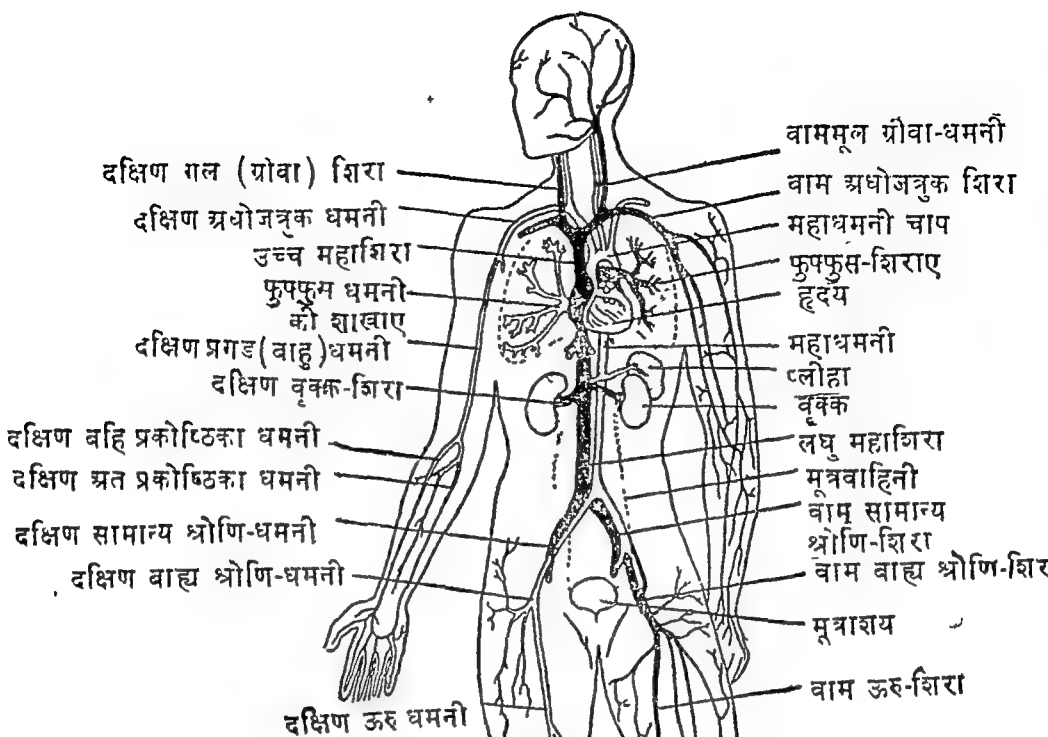
मानव-देह की अधिकांश कोशिकाएँ न तो बाहर से सीधे पोषक पदार्थ ग्रहण कर सकती हैं और न वे व्यर्थ पदार्थों को सीधे बाहर त्याग सकती हैं। परिवहन-तंत्र, जिसकी अनेकों वाहिकाएँ देहभर में फैली हुई हैं, कोशिकाओं तक पदार्थों के लाने-ले जाने में 'विचौलिए' का-सा काम करता है। इन वाहिकाओं में प्रवाहित होने वाला रुधिर वाहन के माध्यम का काम करता है।

### रुधिर

मानव-रुधिर को मग्नह करना अब एक सामान्य प्रक्रिया हो गई है। इस कारण अध्ययन के लिए देह के किसी भी अन्य सरचक्र की अपेक्षा रुधिर अधिक सुलभ है। देह के बाहर परीक्षण के समय रुधिर अन्य देहीय सरचक्रों की अपेक्षा, जिन्हें रुधिर की भाँति सुगमतापूर्वक परिरक्षित नहीं किया जा सकता, सामान्य अवस्था में अधिक रहता है।

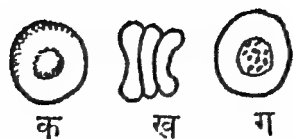
परख-नली में रुधिर सभी जगह समान गाढ़ापन का एक लाल, गाढ़ा-सा तरल दिखाई देता है। तथापि मूधमदर्शी में देखे जाने पर यह अनेकों कोशिकाओं वाले एक जलीय तरल-माँ दिखाई देता है। इन कोशिकाओं को लाल रुधिर-कोशिका तथा श्वेत रुधिर-कोशिकाओं का नाम दिया जा सकता है। इन कोशिकाओं तथा विवाणु या प्लेटलेट नाम के कुछ कोशिका-कणों को सामूहिक रूप से निर्मित अवयव कहा जाता है। द्रव भाग प्लाज्मा है।

लाल रुधिर-कोशिकाएँ (संख्या, आकार तथा संरचना)—निर्मित अवयवों का एक बड़ा अंश लाल रुधिर-कोशिकाओं या एरीथ्रोसाइट्स का है। एक घन मिलीमीटर मानव-रुधिर में औसतन लगभग 55,00,000 लाल कोशिकाएँ पुरुषों में, और लगभग 50,00,000 स्त्रियों में पाई जाती हैं। इनका आकार ऐसा होता है कि 3200 लाल कोशिकाओं की एक पक्ति लम्बाई में एक इंच होगी। मनुष्य तथा अन्य स्तनधारियों में परिपक्व लाल रुधिर-कोशिकाएँ बिना नाभिक की उभयावतनी तन्तरियों-जैसी होती हैं (आकृति 8), यद्यपि लगता यह है कि उनका कोई सरचक्र ढाँचा नहीं है, तथापि जब उन्हें किसी रजक द्वारा उचित अभिरंजन या रंग दिया जाता है, तो कोशिकाओं में फैला एक जाल-सा देखा जा सकता है। यह ढाँचा लाल कोशिकाओं की नग्नता का कारण जानने में सहायता देता है। महीन कोशिकाओं से गुजरते समय यह देखा जा सकता है कि इन कोशिकाओं में विभिन्न अंशों में विकृतियाँ आती हैं, तथापि अधिक खुले स्थानों में वे सदा अपनी मौलिक आकृति ग्रहण कर लेती हैं।



**श्राकृति 7—परि-**  
**वहन तत्र :** स्प-  
 ष्टता के लिए  
 आरेख के बाईं ओर  
 केवल धमनिया  
 (बाह्य रेखाओं  
 में) और दाईं  
 ओर केवल शिराए  
 (काले में) ही  
 दर्शाई गई है ।

**हीमोग्लोबिन अंश—**लाल रुधिर-कोशिका का सबसे महत्वपूर्ण रासायनिक संरचक हीमोग्लोबिन नामक लाल रजक है जो ऑक्सीजन के साथ संयोग करता है और रुधिर में ऑक्सीजन के वाहक का काम करता है । नाभिक की अनुपस्थिति से यही प्रतीत होगा कि इससे कोशिका के भीतर हीमोग्लोबिन के लिए अधिक स्थान हो जाएगा । लाल कोशिका के मुख्य कार्य—ऑक्सीजन का परिवहन, कार्बन डाई-ऑक्साइड के परिवहन में सहायता देना, तथा रुधिर में अत्यधिक



क ख ग

**आकृति 8—लाल रुधिर-कोशिकाएँ : (क) परिचय, (ख) परिपक्वता के निकट, (ग) अपरिपक्व**

अम्लता को रोकना—उसके हीमोग्लोबिन द्वारा ही किए जाते हैं ।

स्तनहीन कशेरुकदंडियो—जैसे मछली, मेंढक, सर्प, पक्षी आदि की लाल रुधिर-कोशिकाएँ नाभिकित और स्तनधारियों की कोशिकाओं की अपेक्षा बड़ी होती हैं । इन अंतरों से स्तनधारी कोशिकाएँ ही लाभान्वित होती हैं । उनके प्रति-डकार्ड आयतन में अधिक हीमोग्लोबिन होता है और इसीलिए अपने आकार के अनुपात में वे अधिक ऑक्सीजन का वहन कर सकती हैं ।

**लाल कोशिका का जीवन-चक्र**—हिसाव लगाया गया है कि रुधिर-प्रवाह में लाल कोशिकाएँ कोई दस-से-तीस दिन तक जीवित रहती हैं । चूँकि रुधिर में लाल कोशिका-गणन अपेक्षाकृत स्थिर रहता है, इसलिए इसका यही मतलब निकलना चाहिए कि लाल कोशिकाओं के निर्माण और विनाश की प्रक्रियाएँ समान गतियों से चलती हैं । लाल कोशिकाओं का निर्माण मुख्यतः लाल अस्थि-मज्जा द्वारा किया जाता है । अगर पसली-जैसी किसी सपाट हड्डी को चीरा जाए, तो एक लाल-सा ऊतक दिखाई देता है । जाघ की हड्डी-जैसी लम्बी हड्डियों के सिरों पर भी इसी प्रकार का ऊतक मिलता है । लाल मज्जा का सूक्ष्मदर्शी द्वारा परीक्षण करने पर लाल कोशिका के परिवर्धन की सभी अवस्थाएँ दिखाई देती हैं । आदिम सयोजी ऊतकीय कोशिकाएँ लाल कोशिकाओं की पुरोगामी हैं । इन कोशिकाओं के विभाजन और गुणन के फलस्वरूप कई अवस्थाएँ उत्पन्न होती हैं जो सभी नाभिकित होती हैं । इन अवस्थाओं के अन्त में हीमोग्लोबिन उत्पन्न होता है और नाभिक निष्कासित हो जाता है तथा तज्जनित परिपक्व लाल कोशिका रुधिर-प्रवाह में चली जाती है ।

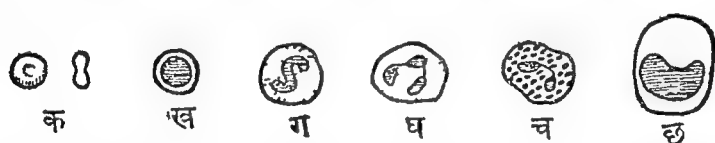
यकृत तथा प्लीहा से गुजरने वाले रुधिर में से कुछ कोशिकाएँ यकृत तथा प्लीहा की कुछ कोशिकाओं द्वारा पकड़ी जाकर ग्रस ली जाती तथा नष्ट कर दी जाती हैं । इस प्रकार का विनाश सदा होता रहता है, किन्तु यह नहीं मालूम कि ये विनाशक लाल कोशिकाओं का चयन किस आधार पर करते हैं ।

विनष्ट कोशिकाओं से उन्मुक्त हीमोग्लोबिन यकृत तथा प्लीहा-कोशिकाओं में खंडित हो जाता है । ग्लोबिन प्रभाज का गतव्य-स्थल अज्ञात है, हेमाटिन अश या तो फिर से उपयोग के लिए अस्थि-मज्जा में वापस चला जाता है, या वह यकृत में पित्त-रंजको में परिवर्तित हो जाता है । पित्त-रंजक पित्तवाहिनी द्वारा लघु अंत्र में प्रवेग करते हैं और अन्ततः देह से जाते रहते हैं । विष्ठा में वर्तमान पित्त-रंजको की मात्रा के निर्धारण द्वारा यह अनुमान लगाया गया था कि लाल

कोशिकाओं के दसवे-तीसवे तक भाग का नित्य विनाश हो जाता है। दस दिवसीय आयु-सीमा के आधार पर इसका मतलब प्रति-मिनट 21,00,00,00,000 कोशिकाओं का निर्माण तथा विनाश निकलेगा।

**रुधिराभाव**—यदि किसी व्यक्ति के रुधिर में लाल कोशिकाओं की संख्या बहुत कम हो, या प्रत्येक कोशिका का हीमोग्लोबिन-अंश घट जाए, या ये दोनों ही बातें हो, तो उस व्यक्ति को रुधिराभावी कहा जाता है। न्यूनित हीमोग्लोबिन या लाल कोशिका-न्यूनता का मतलब रुधिर के ऑक्सीजन-अंश का कम हो जाना और इसके फलस्वरूप ऊतकों को कम ऑक्सीजन मिलना तथा उपायचयन ऊर्जा (भोजन के पाचन से प्राप्त ऊर्जा) के अभाव में दैनिक क्रियाविधियों में शारीरिक अक्षमता है। रुधिराभाव उत्पन्न होने का कारण लाल कोशिकाओं या हीमोग्लोबिन का अत्यधिक व्यय या विनाश या अपर्याप्त उत्पादन है।

**श्वेत रुधिर-कोशिकाएं (संख्या तथा संरचना)**—एक घन मिलीमीटर रुधिर में 5,000 से 9,000 तक श्वेत रुधिर-कोशिकाएं या ल्यूकोसाइट होती हैं। हम इन्हें पहले दो बड़े समूहों में पृथक् कर सकते हैं—एक वे, जिनके कोशिकाद्रव्य (साइटोप्लाज्म) में दाने होते हैं, और दूसरी वे जिनके दाने नहीं होते (आकृति 9)। दानेदार प्रकार में न्यूट्रोफिल सबसे आम हैं। उनकी कोशिकाएं फूली हुई और दाने बड़े महीन होते हैं, जो सामान्य रुधिर-अभिरजकों से लैवेडर अभिरजक ले लेते हैं। इय्रोसिनोफिल तथा बैसोफिल न्यूट्रोफिलों के ही सादृश्य हैं, भेद वस इस बात का है कि उनके दाने अधिक बड़े होते हैं और एक के दाने लाल अभिरजन ग्रहण करते हैं, तो दूसरे के नीला। ये तीनों ही प्रकार लाल कोशिकाओं से कुछ बड़े होते हैं। दानाहीन श्वेत कोशिकाओं में लसीका-कणिका या लिफोसाइट



**आकृति 9**—श्वेत रुधिर-कोशिकाएं (ख) लिफोसाइट, (ग) बैसोफिल, (घ) न्यूट्रोफिल, (च) इय्रोसिनोफिल, (छ) मोनोसाइट। आकृति में आकार की तुलना के लिए एक लाल रुधिर-कोशिका (क) भी रख ली गई है।

और मोनोसाइट भी सम्मिलित हैं। लिफोसाइट या लसीका-कणिकाएं आकार में लगभग लाल कोशिकाओं जितनी ही होती हैं और उनमें एक बड़ा, फली के-से आकार का नाभिक होता है, जो कोशिका को लगभग भर देता है। मोनोसाइट श्वेत कोशिकाओं में सबसे बड़ी होती हैं और उनके नाभिक गहरे दातेदार होते हैं। प्रति 200 श्वेत कोशिकाओं में, औसतन 70 न्यूट्रोफिल होगी, 22 लिफोसाइट, 4 मोनोसाइट, 3 इय्रोसिनोफिल और 1 बैसोफिल होगी।

जीवन-चक्र तथा कार्य—दानेदार ल्यूकोमाइट, किंगी हृद तक लाल कोशिकाओं की ही भांति, लाल ग्रन्थि-मज्जा में उत्पन्न होती है और परिपक्वता प्राप्त करने के पूर्व परिवर्तन की कई अवस्थाओं में गुजरती है। लिफोमाइट (लसीका-कणिकाएं) विशेषकर लसीका-ग्रन्थियों में निर्मित होती है (लसीका-ग्रन्थियां लसीकावाहिनियों पर थोड़ी-थोड़ी दूर पर बिनाई देनेवाली उठी हुई जगहें हैं)। मोनोमाइटो का उद्गम स्पष्ट नहीं है। ध्वेत कोशिकाओं के विनाश के बारे में चूंकि हमारी जानकारी अपेक्षाकृत कम है, इसलिए उनकी जीवनावधि का अनुमान लगाना कठिन है। किन्तु यह देखते हुए कि वे लगानार उत्पन्न होती रहती हैं, फिर भी रुधिर में उनकी संख्या स्थिर रहती है, ये नाट भी लग-भग उसी स्फुटार में होती होगी जिन स्फुटार में पैदा होती हैं।

न्यूट्रोफिल 'रेगकर' रुधिर-प्रवाह के बाहर आ सकती हैं और छूत के स्थलों पर पहुंच सकती हैं। यहां ये सक्षमक जीवों तथा घायल अथवा मृत ऊतकीय कोशिकाओं को घेर तथा पचा लेती हैं। बैक्टीरियाई आक्रमण के बाद होनेवाले युद्ध में इनमें से अनेकों की जान जाती रहती है। छूत वाले रोगों के साथ जो पीप लगा रहता है, वह न्यूट्रोफिलों की मृत देहां तथा बैक्टीरिया तथा ऊतकीय कोशिकाओं के अवशेषों का ही बना होता है।

लिफोमाइट (लसीका-कणिकाएं) कुछ ऐसे रसायनिक पदार्थों के स्रोत हैं, जो रोग का प्रतिरोध करने में उपयोगी हैं। ये ऊतकों की सामान्य मरम्मत में भी उपयोगी हो सकते हैं। अन्य ल्यूकोमाइटों के कार्य ज्ञान नहीं हैं।

संज्ञावस्था में ध्वेत कोशिका के 'गणन' में खासा वैभिन्न्य हो सकता है। अधिकतर यह सामान्य स्तर में ऊंचा रहता है, किन्तु कभी-कभी नीचा भी हो जाता है।

प्लाज्मा—रुधिर का द्रव भाग संपूर्ण रुधिर (निर्मित तत्त्वों तथा प्लाज्मा) के लगभग 55 प्रतिशत का निर्माण करता है और यह मुख्यतः पानी का बना होता है (औसत तौर पर 90 प्रतिशत)।

इस जलीय तरल में अनेक महत्त्वपूर्ण पदार्थ होते हैं, जो देह के सभी भागों में ले जाए जाते हैं—वे पोषण पदार्थ, जो कोशिकाओं को ऊर्जा-उत्पादन तथा वृद्धि के लिए चाहिए, अंतःस्रावी ग्रन्थियों के हार्मोन, और कोशिकाओं के सामान्य विलावरण को बनाए रखने के लिए आवश्यक पदार्थ हैं। इसमें कोशिकाओं के व्यर्थ उत्पाद भी मिलते हैं जो वृक्कों द्वारा निष्कासित होने के लिए जा रहे हैं।

रुधिर का आतंचन या जमना—रुधिर के थक्कण से हम सभी परिचित हैं। रुधिरवाहिनियों को चोट लग जाने पर मूल्यवान् रुधिर की अत्यधिक हानि को रोकने में यह घटना बहुत ही भारी महत्त्व की है।

आतंचन का भौतिक आधार—थक्कण की प्रक्रिया में सबसे आवश्यक प्रति-द्रव्य प्लाज्मा में पाये जानेवाले पदार्थ फाइब्रिनोजेन का द्रव से अधिक ठोस अवस्था में आना है। आइए, हम यह देखें कि इससे थक्कण कैसे होता है। रुधिर

के सूक्ष्मदर्शीय परीक्षण से पता चलता है कि जब रुधिर थक्कित होता है, तो फाइब्रिन, जो फाइब्रिनोजेन की ठोस अवस्था है, के रगहीन धागे प्रकट होने लगते हैं। ये आपस में गुथकर एक जाल बना देते हैं, जिसमें रुधिर-कोशिकाएँ तथा प्लाज्मा बन्द हो जाते हैं। इस प्रकार तरल रुधिर एक जैली-जैसे लाल पिंड में परिवर्तित हो जाता है, जिसे हम थक्कित रुधिर के रूप में जानते हैं। यदि हम कुछ थक्कित रुधिर को कुछ घंटे तक स्थिर रहने देने के बाद देखें, तो हम देखेंगे कि कुछ तरल फिर मौजूद है और थक्का सकुचित हो गया है। जैसे-जैसे वह सकुचित होता जाता है, सीरम नामक भूसे-जैसे रंग का द्रव बाहर निकलकर उसके ऊपर एकत्र होता जाता है।

थक्कण अकेले प्लाज्मा का ही कार्य है। यदि प्लाज्मा को कोशिकाओं से पृथक् कर लिया जाए, तो वह तुरन्त थक्कित हो जाता है। यदि किसी थक्के को पानी में धोया जाए, तो कोशिकाओं के वह जाने के कारण वह अपना लाल रंग गंवा देता है, किन्तु उसमें और कोई परिवर्तन नहीं आता। थक्कण में कोशिकाओं का होना पूर्णतः आकस्मिक है।

रुधिरवाहिनियों के भीतर थक्कण—सामान्यतः रुधिर देह के भीतर थक्कित नहीं होता, यद्यपि प्लीहा-जैसे स्थान में यह कुछ देर के लिए रुका रह सकता है। किन्तु यदि किसी रुधिरवाहिका का अस्तर खुरदरा हो जाता है, या वह किसी बिन्दु पर चोट खा जाती है, तो थक्के के लिए एक केन्द्र-बिन्दु बन जाता है। आमतौर पर ऐसी घटना सरक्षणरहित होती है, जो वाहिनी की दीवार के किसी कमजोर बिन्दु को मजबूती देती है, यह वाहिनी के फटने को, और तज्जनित रुधिर-स्राव को, रोकती है। तथापि कभी-कभी यह युक्ति उल्टी चोट कर जाती है। कोई थक्का बढ़ता रह सकता है और अन्त में वाहिनी को पूर्णतः बन्द करके रुधिर के बहाव को रोक दे सकता है। यदि वाहिनी किसी आवश्यक प्रदेश को रुधिर की प्रदाय करती है, तो ऐसा थक्का उस व्यक्ति को भारी नुकसान पहुंचा सकता है और इसका परिणाम मृत्यु तक हो सकता है। रुधिर-वाहिनी के भीतर बन्द होनेवाले थक्के को 'घनास्र' या 'थावस' और वाहिनी के इस प्रकार बन्द होने को 'घनास्रता' कहते हैं। इसमें एक और भी खतरा है। थावस चाहे वाहिनी को बन्द भी न करे, तब भी वह वहाँ से छूटकर रुधिर-प्रवाह के साथ बहना शुरू कर सकता है और किसी ऐसी वाहिनी में पहुँच सकता है कि जहाँ वह चल नहीं सकता। इससे रुधिर के प्रवाह में रुकावट पैदा हो जाएगी और इसके परिणाम भी गम्भीर हो सकते हैं। भ्रमणशील थक्के (या हवा के बुलबुले या तेल की बूद) को 'परिवहनावरोधक' या 'एबोलस', और इससे उत्पन्न अवस्था को 'परिवहनावरोध' या 'एबोलिज्म' कहते हैं।

रुधिर का आयतन—विभिन्न तरीकों से यह अनुमान लगाया गया है कि रुधिर देह के भार के तेरहवें भाग के लगभग बराबर होता है। इस प्रकार 140 पौंड भारवाले व्यक्ति की देह में लगभग 5 क्वार्टर रुधिर होगा। ये केवल

अनुमान ही है क्योंकि रुधिर का आयतन निर्धारित करने की ऐसी कोई पद्धति अभी तक नहीं निकली है कि जिसमें गलतियां न हो सकें।

बड़ी भिन्न-भिन्न अवस्थाओं में भी देह में परिवहन करने वाले रुधिर का आयतन आश्चर्यजनक रूप से स्थिर रहता है। हम देख ही चुके हैं कि रुधिर-कोशिकाओं की संख्या उनके निर्माण तथा विनाश की गलतियों के संतुलन के द्वारा स्थिर रखी जाती है। प्लाज्मा-आयतन, जो अधिकतर वर्तमान पानी की मात्रा द्वारा निर्धारित किया जाता है, की स्थिरता कायम रखने के लिए भी कई युक्तियां काम करती हैं। चूंकि पानी कोशिकाओं तक केवल रुधिर के जरिये ही पहुंच सकता है और चूंकि पानी देह से उच्छ्वसित वायु, पसीने, विष्ठा तथा मूत्र के रूप में निरंतर जाता रहता है, इसलिए रुधिर से पानी लगातार निकलता रहता होगा। पानी की पूर्ति हमारे लिए पानी और कुछेक रासायनिक यौगिकों के खंडन से उत्पन्न हुए पानी से भी होती ही रहती होगी। जल-संतुलन को बनाए रखना मुख्यतः वृक्कों का कार्य है। यदि पानी का निष्कासन अतर्ग्रहण से अधिक होगा, तो मूत्र में पानी की मात्रा कम हो जाएगी। दूसरी दशा में इसका उल्टा होगा।

इस प्रकार ऊतकों को आवश्यक पानी की प्रदाय के लिए रुधिर-आयतन अपने स्तर पर ही रहना चाहिए। यह रुधिर-दाब को सामान्य रखने में भी एक कारक है।

**रुधिर-स्राव** — न्यून हुआ रुधिर-आयतन वर्धित रुधिर से ज्यादा आम और सामान्यतः अधिक खतरनाक है। रुधिर-आयतन के गिरने का एक अधिक सामान्य कारण रुधिर-स्राव है। इसमें चूंकि संपूर्ण रुधिर की ही हानि होती है, इसलिए कोशिकाओं की नियत संख्या और प्लाज्मा का आयतन दोनों ही कम हो जाते हैं। रुधिर-स्राव बंद हो जाने के बाद देह को इन क्षतियों की पूर्ति के लिए अत्यधिक सघर्ष करना पड़ता है। यदि समस्त रुधिर-आयतन के 30 प्रतिशत से अधिक की हानि नहीं हुई है, तो देह-तंत्र शीघ्र ही क्षति-पूर्ति में सफल हो जाता है। रुधिर में लाल कोशिकाओं की कमी के कारण, ऑक्सीजन का जो अभाव उसमें आ जाता है, वह हड्डी की लाल मज्जा को अधिक संख्या में लाल कोशिकाएं उत्पन्न करने के लिए विवश कर देता है। इस तरह कुछ ही सप्ताहों में लाल कोशिकाओं का फिर से अपने स्वाभाविक अनुपात में आ जाना संभव है। प्लाज्मा का आयतन शरीर में कोशिकाओं या ऊतकीय तरल द्वारा कोशिकाओं में जल-विसरण से शीघ्र पूरा कर दिया जाता है। यह पूर्ति करने की क्रिया इतनी तेजी से होती है कि संपूर्ण रुधिर-आयतन फिर से अपने स्वाभाविक स्तर पर आ जाता है। लाल कोशिकाओं और प्लाज्मा का अनुपात यद्यपि इस परिस्थिति में पहले से कम होता है और उस समय तक कम रहता है जब तक कि कोशिकाओं की संख्या फिर से स्वाभाविक मात्रा में नहीं आ जाती। रुधिर-आयतन के इस अभाव में वृक्क कुछ अधिक गाढ़ा मूत्र स्रवित करते हैं (जिसमें जल की मात्रा कम होती

है), जिससे शरीर को आवश्यकतानुसार जल संचित करने का अवसर मिल जाता है।

**रुधिर-आधान और रुधिर-वर्ग**—यदि उपर्युक्त परिस्थिति से अधिक चिंता-जनक रुधिर-स्त्राव हुआ है, तो देह केवल अपने तंत्र द्वारा इस क्षति को पूरा करने के योग्य नहीं रहती और यदि उसे ठीक समय पर सहायता न दी जाए, तो मृत्यु तक होने की संभावना रहती है। ऐसे समय में न्यून हुआ रुधिर-दाब, जो रुधिर-आयतन की कमी के कारण होता है, रुधिर में ऑक्सीजन की कमी से अधिक सघातक सिद्ध होता है। रुधिर को परवहित रखने के लिए एक निश्चित न्यूनतम रुधिर-दाब की आवश्यकता होती है, यह दाब उस न्यूनतम स्तर तक कायम रहना आवश्यक है। इससे नीचे गिरने पर महत्वपूर्ण अंगों को समुचित मात्रा में रुधिर नहीं पहुंच पाता और मृत्यु होने की संभावना रहती है। इस न्यून हुए रुधिर-दाब पर नियंत्रण पाने के लिए देह में द्रव के इजेक्शन के द्वारा रुधिर-आयतन बढ़ाना ही एकमात्र उपाय है।

इस कार्य के लिए सबसे उत्तम आधान द्रव सम्पूर्ण रुधिर ही है। बहुत-से अन्य सहायक द्रव सुझाए अवश्य गए हैं लेकिन उनमें से कोई भी या तो व्यावहारिक नहीं है या फिर हानिकारक है। पिछले कुछ वर्षों में रक्त-बैंको का प्रचलन हुआ है। ये संस्थाएँ बहुत ही उपयोगी और मूल्यवान् सिद्ध हुई हैं। दानकर्ताओं के रुधिर की कोशिकाओं से प्लाज्मा पृथक् करके अलग एकत्रित कर लिया जाता है। फिर यह प्लाज्मा ठंडा कर लिया जाता है या सुखा लिया जाता है। इस प्रकार इसका अधिक समय तक सुरक्षित रखा जाना सम्भव है। विशेष रूप से सुखाए हुए प्लाज्मा के कई लाभ हैं। यह आसानी से कहीं भी ले जाया जा सकता है। संग्रह करने के लिए भी इसे कम स्थान की आवश्यकता पड़ती है। व्यवहार में लाने के लिए इसे सिर्फ आसवित जल की सही मात्रा में घोलना पड़ता है। सुखाया या जमाया हुआ प्लाज्मा किसी भी व्यक्ति को सुरक्षापूर्वक दिया जा सकता है।

यह अन्तिम सुविधा बहुत ही महत्वपूर्ण है। सम्पूर्ण रुधिर हर व्यक्ति में अलग-अलग प्रकार का होता है। यह प्रकार जातीय भेदों पर निर्भर नहीं है। यह देखा गया है कि लाल रुधिर-कोशिकाओं में दो द्रव्य मिल सकते हैं। इन्हें हम A और B कह सकते हैं। इसी तरह प्लाज्मा में भी दो और द्रव्य a और b हो सकते हैं। यदि A और a या B और b रुधिर में एक साथ हो जाए, तो ये लाल कोशिकाओं को गुच्छित कर देते हैं। रुधिर के इस प्रकार गुच्छित होने से महत्वपूर्ण क्षेत्रों को रुधिर पहुंचानेवाली अत्यन्त बारीक वाहिनियों के अवरोधन से मृत्यु तक हो सकती है।

साधारणतया लाल कोशिकाओं में पाये जाने वाले द्रव्यों के अनुसार किसी भी व्यक्ति का रुधिर इन प्रकारों में से एक प्रकार का होता है—Ab, Ba, AB या O (O प्रकार में न A द्रव्य होता है, न B)।



सम्पूर्ण रुधिर के आधान में पूर्ण सुरक्षा के दृष्टिकोण से यह आवश्यक है कि दिया जाने वाला रुधिर और पानेवाले का रुधिर एक ही प्रकार का हो। उसका सबसे अधिक विश्वसनीय ढंग यह है कि अलग से दोनों रुधिर मिलाकर मूधमदर्यी द्वारा देखे जाये और यदि उनमें गुच्छन नहीं होता हो, तो उन्हें उपयुक्त माना जाता है।

फिर भी कुछ मामलों में देखा गया कि उपर्युक्त सभी सावधानियों के बावजूद रुधिर-आधान के बाद कुछ अप्रत्याशित प्रतिक्रियाएँ हुईं। बाद के अध्ययन में Rh तत्त्व का पता चला। यह एक ऐसा द्रव्य है, जो (A और B द्रव्यों के अलावा) लाल कोशिकाओं में हो भी सकता है और नहीं भी। प्लाज्मा में साधारणतया Rh तत्त्व जैसा कोई द्रव्य नहीं होता, जिसकी तुलना a या b द्रव्यों से की जा सके।

यदि Rh तत्त्व वाला (धनात्मक) रुधिर किसी ऐसे व्यक्ति को दिया जाता है, जिसके रुधिर में कोई Rh (ऋणात्मक) तत्त्व नहीं है, तो उसका रुधिर प्रतिक्रिया करके एक ऐसा द्रव्य बनाता है, जो Rh तत्त्व से मिलकर लाल कोशिकाओं को गुच्छित कर देता है। साधारणतया एक धनात्मक Rh रुधिर-आधान से इतनी मात्रा में यह द्रव्य नहीं बनता कि लाल कोशिकाओं को गुच्छित कर दे और उसके बुरे परिणाम निकले। लेकिन दूसरे या तीसरे आधान से गम्भीर परिणाम निकल सकते हैं।

गर्भावस्था में यह Rh तत्त्व विशेष उलझने पैदा कर सकता है। यदि ऋणात्मक Rh तत्त्व वाली स्त्री धनात्मक Rh तत्त्व वाले पुरुष का गर्भ धारण करती है, तो गर्भ धनात्मक Rh का होगा, क्योंकि धनात्मक Rh अवस्था आनुवंशिक रूप से प्रधान है। गर्भ के रुधिर में Rh तत्त्व माता को उपर्युक्त तत्त्व विकसित करने के लिए प्रेरित करता है। इस प्रकार के पहले गर्भाधान का आमतौर पर कोई बुरा परिणाम नहीं होता, लेकिन यदि वही माता अन्य Rh धनात्मक गर्भ धारण करती है, तो यह द्रव्य (जो अब माता के रुधिर में परिपुष्ट हो चुका होता है) गर्भ के रुधिर में प्रवेश करके गर्भ की लाल कोशिकाओं को गुच्छित कर दे सकता है। ग्याम शिशुओं (ब्लू बेबीज) के पैदा होने का कारण यही परिस्थिति है। ऐसी घटनाएँ वास्तव में अधिक नहीं होती, क्योंकि ससार में ऋणात्मक व्यक्तियों की संख्या अधिक नहीं है और फिर मा के रुधिर का गर्भ के रुधिर में चला जाना भी हमेशा नहीं होता। यदि गर्भ के रक्त में कोशिका गुच्छित हो भी जाए, तो आजकल चिकित्सक प्रसव के तुरन्त बाद सही प्रकार का रुधिर आधान करके शिशु के दूषित रुधिर की स्थानपूर्ति कर देते हैं। इसलिए यदि परिस्थिति को समझ लिया जाए और सुरक्षा के सभी उपाय व्यवहार में ले आए जाएँ, तो भावी माता के रुधिर में Rh तत्त्व का अभाव उसके गर्भ धारण करने में कोई अवरोध नहीं डाल सकता।

इसलिए उन व्यक्तियों के रुधिर-प्रकार के पता रहने के लाभ प्रत्यक्ष हैं, जिन्हें

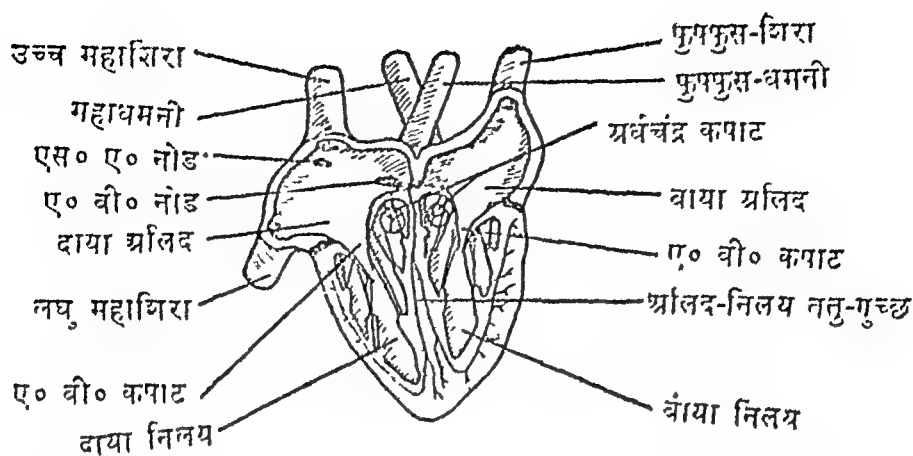
सम्पूर्ण रुधिर के आधान की आवश्यकता पड़ती हो। भावी माता-पिताओं के सम्बन्ध में भी यही बात सही है। सौभाग्य से जिन व्यक्तियों को सिर्फ प्लाज्मा की आवश्यकता पड़ती है, उनके रुधिर-प्रकार का जानना आवश्यक नहीं है। सचित प्लाज्मा के a और b द्रव्य रुधिर में A या B द्रव्य रखनेवाले व्यक्ति के अन्दर अवाञ्छित प्रतिक्रियाएँ उत्पन्न नहीं करते। अनेकानेक लाभ होने के कारण सुखाया हुआ प्लाज्मा, युद्ध और शांति, दोनों में ही सर्वाधिक उल्लेखनीय जीवन-रक्षक तत्वों में एक माना गया है।

## हृदय

हृदय वह पंप है, जो रुधिर को परिवहन-तन्त्र की वाहिकाओं में परिवहित करता है। यह वक्षीय गुहा के मध्य में स्थित है और सयोजी ऊतक के दृढ़ खोल में बंद है, जिसे परिहृद् कहते हैं। आजीवन, दिन और रात, हृदय औसतन प्रति मिनट सत्तर बार धड़कता है।

परिवहन का मार्ग—संपूर्ण परिवहन-तंत्र आकृति 7 में दिखाया गया है। वे वाहिकाएँ, जो हृदय तक रुधिर ले जाती हैं, शिराएँ कहलाती हैं और जो वाहिकाएँ रुधिर को हृदय के बाहर ले जाती हैं, वे धमनियाँ हैं। हृदय के मुख्य चार कक्ष हैं। ऊपर के दो अलिंद कहलाते हैं और नीचे के निलय। बायें निलय से बाहर जानेवाली धमनी देह की सबसे बड़ी धमनी है, जो महाधमनी कहलाती है और फेफड़ों को छोड़कर देह के सभी क्षेत्रों में अपनी शाखाओं द्वारा रुधिर वितरित करती है। सभी ऊतकों में लघुतम धामनिक उपविभाग केशिकाओं में बंट जाते हैं और ये मिलकर शिराओं का निर्माण करती हैं। हृदय के नीचे की तमाम शिराएँ लघु महाशिरा में और हृदय के ऊपर की उच्च महाशिरा में विलय हो जाती हैं। ये दो बड़ी शिराएँ हृदय के दायें अलिंद में मिलती हैं। रुधिर-परिवहन का यह मार्ग, जो महाधमनी में से प्रारम्भ होता है और महाशिरा में समाप्त होता है, देहीय परिपथ कहलाता है। फुफ्फुस-परिपथ फेफड़ों को रुधिर देता है। इस परिपथ में दायें निलय की फुफ्फुस-धमनी, फेफड़ों की केशिकाएँ और फुफ्फुस-शिराएँ होती हैं, जो बायें अलिंद को रुधिर ले जाती हैं। इस चार कक्षवाले हृदय के दायें और बायें पक्ष विलकुल अलग-अलग होते हैं। दायें भाग में देहीय ऊतकों से न्यून ऑक्सीजन की मात्रावाला रुधिर आता है और बायें में फेफड़ों से ऑक्सीजन से परिपूर्ण।

हृदय की बनावट—हृदय चार कक्षवाला हाथ की मुट्ठी के बराबर एक पेशीय अंग है। इसकी दीवारों का मुख्य ऊतक हृदयेशी या कार्डियक पेशी है। जो एक-दूसरे से पूर्णरूप से जुड़े हुए भागों का एक जाल है। कार्य और बनावट की दृष्टि से दोनों अलिंदों की पेशी अनगिनत शाखाओंवाली एक कोशिका है। निलयों की पेशी भी इसी प्रकार की एक और कोशिका है। पेशीय ऊतक सयोजी ऊतकों द्वारा एक सूत्र में बंधा हुआ है। अलिंदों को भी निलयों से सयोजी ऊतक ही जोड़ते हैं।



### आकृति 10—हृदय की आंतरिक संरचना का अर्ध आरेखीय चित्र

भित्तियों में रुधिर-वाहिकाएँ और तंत्रिका-तंतु होते हैं। इनके अलावा यहाँ एक प्रकार का चालक ऊतक भी होता है, जिसकी चर्चा हम बाद में करेंगे।

बायें निलय की भित्ति दायें निलय की भित्तियों से अधिक मोटी होती है, जबकि अलिंदीय भित्ति बायें निलय की भित्तियों से भी अधिक पतली होती है। भित्तियों का यह मोटापन हर कक्ष की रुधिर-दाब पैदा करने की शक्ति से संबंध रखता है। अलिंदों का कार्य केवल अपने समीपवर्ती निलयों को रक्त देना भर है। दायें निलय को ज्यादा दूर स्थित फेफड़ों तक रक्त भेजना पड़ता है, जब कि बायें निलय पर समस्त देहीय परिपथ में रक्त संचार करने का भार है।

अलिंद और निलय के बीच एक कपाट होता है, जिसे अलिंद-निलयीय कपाट या ए० वी० कपाट कहते हैं। ये कपाट इस प्रकार कार्य करते हैं कि रुधिर केवल अलिंद से निलय की ओर ही जा पाता है, विपरीत दिशा में नहीं। हर निलय और उससे निकलनेवाली धमनी के बीच एक एकमार्गी कपाट भी होता है (अर्धचंद्र कपाट, क्योंकि इसके द्वार आधे चन्द्रमा की तरह होते हैं), जो रुधिर को निलय से केवल धमनी की ओर ही जाने देता है। शिराओं और अलिंदों के जोड़ पर कोई कपाट नहीं होते।

हृदय की क्रिया—कुचनशीलता की क्षमता हर प्रोटोप्लाज्म में निहित है, लेकिन पेशीय ऊतकों में यह इस स्तर तक विकसित हो चुकी है कि यह उनका प्रमुख लक्षण हो गई है। हृदयपेशी का तालपूर्ण कुचन हृदय की धड़कन कहलाता है।

हृदय की धड़कन का उद्गम—यह बड़े ही वाद-विवाद का विषय रहा है कि हृदय की धड़कन हृदयपेशी में अंतर्निहित है या वह उन तंत्रिकाओं की तरंगों से आती है जो हृदय को तंत्रित करती हैं। यद्यपि इसका मूलभूत कारण अभी तक ज्ञात नहीं है, लेकिन प्रमाण यही मिलता है कि धड़कन मूलतः एक पेशीय गुण है : श्रूणीय हृदयपेशी तंत्रिका-ऊतक के अभाव में भी ताल के साथ धड़कती है।

युवा हृदय उस तक जानेवाली सभी तंत्रिकाओं के काट देने पर भी धड़कता रहता है।

यह सत्य है कि हृदय के हर क्षेत्र में यह ताल समान नहीं होती। यदि मेढक के पृथक् किए हुए हृदय के अलिंद काटकर निलयो से अलग कर दिए जाए, तो अलिंद फिर भी धड़कते रहते हैं और वह भी निलयो की अपेक्षा अधिक तेजी से। यदि हृदय-अवरोध की अवस्था आ जाए, तो मनुष्य में भी निलय अलिंद से अलग गति पर धड़क सकते हैं।

**कार्डियक चक्र**—निकट से देखने से पता चलता है कि हृदय का हर भाग एक साथ नहीं धड़कता। वास्तव में वहाँ कई घटनाओं का एक सुव्यवस्थित क्रम चलता है, जिसे कार्डियक चक्र कहते हैं और जो बारम्बार दुहराया जाता है। यह चक्र दाये अलिंद के प्रकुचन से प्रारम्भ होता है, जिसके तुरन्त बाद बाये अलिंद का कुचन होता है। थोड़े-से विराम के बाद दोनों निलय प्रकुचित हो जाते हैं। हर कक्ष के प्रकुचन के बाद उनके फैलने या शिथिलन का अवसर आता है और फिर थोड़ा-सा विराम। हृदय की धड़कन उपर्युक्त विशेष चालक ऊतक में प्रारम्भ होती है। यह ऊतक, नोड-ऊतक (आकृति 10) के अनुसार वितरित है। बाये अलिंद में इसका संचय होता है, जिसे साइनो-औरिकुलर या एस० ए० नोड कहते हैं। यह नोड हृदय का सबसे अधिक उत्तेजक भाग है और बाकी हृदय के लिए वेगोत्पादक का कार्य करता है। यहाँ पर हृदय की धड़कन जन्म लेती है और इससे उत्पन्न उत्तेजना सारे अलिंदों में प्रसारित कर दी जाती है (स्वयं अलिन्दीय पेशी द्वारा)। दाये अलिंद के बाये अलिंद से पहले कुचित होने का यही कारण है।

अलिन्दीय और निलयी पेशिया निरंतर नहीं हैं, इसलिए यह उत्तेजना एक अलिंद से दूसरे अलिंद में रुधिर नहीं पहुँचा सकती। एस० ए० नोड द्वारा उत्पादित उत्तेजना-तरंग अलिंद और निलय के बीच संधि के नोड ऊतक को, जिसे अलिंद-निलय नोड या ए० बी० नोड कहते हैं, उत्तेजित करती है। इससे एक अलिंद-निलय तन्तु-गुच्छ निलयी पेशियों तक आता है और अपनी शाखाएँ सभी निलयी भित्तियों की ओर भेजता है। ए० बी० नोड और गुच्छ द्वारा उत्तेजना की दशा निलयों तक प्रसारित कर दी जाती है, जो तुरन्त ही प्रकुचित हो जाते हैं।

जब संचालन-तन्त्र ठीक कार्य कर रहा होता है, तो कार्डियक चक्र अपने स्वाभाविक ढंग से चलता जाता है। कभी-कभी अलिंद और निलय के बीच का संचालन-तन्त्र अवरुद्ध हो जाता है—या तो यान्त्रिक कारणों से या अपनी कार्यिकी अवस्था में कोई परिवर्तन आने से—और हृदय-अवरोध की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। यदि यह अवरोध अपूर्ण है, तो वेगोत्पादक का उत्तेजक प्रभाव कभी निलयों तक पहुँच जाता है और कभी नहीं। इस प्रकार इन विरामों में (जो नियमित रूप से भी हो सकते हैं) निलय एक धड़कन धड़कना छोड़ जा सकते हैं।

लेकिन पूर्ण अवरोध की स्थिति में एक भी उत्तेजना-तरंग नोट-ऊतकों से होकर निलयो तक नहीं पहुँच सकती। इसका अर्थ यह नहीं कि निलयीय वड़कन पूरी तरह बंद हो जाए (जिससे तुरन्त मृत्यु तो सकती है)। ऐसी हालत में निलय का एक भाग वेगोत्पादक का कार्य करने लगेगा और निलय का कुंचन प्रारम्भ कर देगा। निलय की यह वड़कन अलिंद की वड़कन से धीमी होती है। हृदय-अवरोध की दशा में ऊतकों को रुविर उम नियमितता में नहीं दिया जाता, जो साधारणतया रुविर-मंचालन में होती है और इस अनियमितता का कारण है अलिंदीय तथा निलयी कुंचन की असंवद्धता। इसलिए विशेषकर जोर पड़ने की अवस्था में जीव कुछ अनुविधा की स्थिति में रहता है।

दाव-परिवर्तन और कपाटों की क्रिया—अलिन्दो तथा निलयो के रुविर से भरने, कुचित होने तथा गिथिलन के साथ-साथ उनके भीतर दाव-परिवर्तन होता है, जो कपाटों का नियन्त्रण करता है और इस प्रकार हृदय में से जानेवाले रुविर के प्रवाह की दिशा निश्चित करता है। अलिन्दीय गिथिलन के समय गिरा-रुविर दोनों अलिन्दो में वह आता है और जैसे-जैसे वे रक्त से भरते जाते हैं, उनमें दाव बढ़ने लगता है। जब यह अन्तर-अलिन्दीय दाव निलय के दाव से बढ़ जाता है, तो ए० वी० कपाट खुल जाते हैं और रुविर निलयो में भरने लगता है। अलिन्दीय कुंचन फिर अलिन्दो का शेष रुविर निलयो में भरने लगता है। निलय अब भरे हुए होते हैं और कुचित होना शुरू करते हैं। वे जैसे ही कुचित होने लगते हैं, उनके अन्दर का दाव धीघ्रता से बढ़ता है। जैसे ही यह दाव अन्तर-अलिन्दीय दाव से बढ़ जाता है, वह ए० वी० कपाटों को बन्द कर देता है और रुविर का अलिन्दो में वापस आना रोक देता है। और भी अधिक बढ़ता हुआ अन्तर-निलयीय दाव निलयों से निकलनेवाली धमनियों में के दाव से बढ़ जाता है। यह अर्धचन्द्र कपाटों को खोल देता है और रुविर धमनियों में बकेल दिया जाता है। आकस्मिक रुविर का आगमन धामनिक दाव बढ़ा देता है और अन्तर-निलयीय दाव घटा देता है। जब अन्तर-निलयीय दाव धामनिक दाव के नीचे गिर जाता है, तो अर्धचन्द्र कपाट ऋट से बन्द हो जाते हैं और जैसे-जैसे अन्तर-निलयीय दाव गिरता जाता है तथा अन्तर-अलिन्दीय दाव बढ़ता जाता है, त्यो-त्यो एक स्थिति ऐसी आ जाती है कि अन्तर-अलिन्दीय दाव धीघ्र ही अन्तर-निलयीय दाव से बढ़ जाता है और ए० वी० कपाट फिर से खुल जाते हैं। इस प्रकार यह चक्र बार-बार दुहराया जाने लगता है।

इलेक्ट्रोकार्डियोग्राम—कार्डियक पेगी की क्रिया के साथ-साथ विद्युतीय परिवर्तन भी होते हैं (हृदय की वड़कन का प्रारम्भ अंगत. इन्ही से होता है)। ये इतने शक्तिशाली होते हैं कि वेह की सतह तक पहुँच सकते हैं, वहाँ किसी मवेदनशील विद्युतीय यंत्र द्वारा उनकी उपस्थिति दर्ज की जा सकती है। यह यंत्र इलेक्ट्रोकार्डियोग्राफ कहलाता है और इसके द्वारा अकित रेकार्ड इलेक्ट्रोकार्डियो-ग्राम कहलाते हैं। इलेक्ट्रोकार्डियोग्राम चिकित्सकों और जीव-विशेषज्ञों के लिए

अत्यन्त लाभप्रद है। चिकित्सक कार्डियोग्राम देखकर यह जान लेता है कि विद्युतीय तरंगों में कुछ प्रकार के अभाव हृदय के कार्य में गड़बड़ होने का संकेत है और जीव-विशेषज्ञ के प्रयोग के लिए यह बड़ा मूल्यवान् है। उदाहरण के लिए कुत्ते के हृदय के ए० वी० गुच्छ को चोट पहुँचाई जा सकती है और चोट को इलेक्ट्रोकार्डियोग्राम पर दर्शाया जा सकता है।

हृदय की ध्वनियाँ—हर कार्डियक चक्र के दौरान हृदय से दो ध्वनियाँ उत्पन्न होती हैं। पहली ध्वनि दूसरी की अपेक्षा देर तक रहनेवाली और दबी-सी हल्की ध्वनि होती है। दूसरी ध्वनि अर्धचन्द्र कपाटों के एकाएक बन्द होने से उत्पन्न होती है। पहली ध्वनि शायद ए० वी० कपाटों के बन्द होने के शोर और निलयीय पेशियों की बड़ी राशि के कुचन में होती है (कोई भी पेशी अपने कुचन के समय ध्वनि उत्पन्न कर सकती है)।

आप इन ध्वनियों को किसीके वक्ष के हृदय-क्षेत्र पर कान रखकर या स्टेथोस्कोप द्वारा आसानी से सुन सकते हैं। मुह से 'लव्व-डव' का उच्चारण, करके और दूसरे स्वर पर अधिक जोर देकर इन ध्वनियों के समान ध्वनि पैदा की जा सकती है। हृदय के कपाटों की पहुँची हुई क्षति या चोट इन ध्वनियों में परिवर्तन ला सकती है। उदाहरण के लिए यदि अर्धचन्द्र कपाट ठीक से बन्द नहीं होते हैं तो रुधिर धमनियों से सीत्कार की ध्वनि करता हुआ निलयों में वापस चला जाता है। यह ध्वनि अब 'लव्व-डव' से बदलकर 'लव्व शू' हो जाती है। हृदय की यह अवस्था हृदय की बड़बड़ाहट कहलाती है।

हृदय की घड़कन के बल का नियमन—व्याप्त परिस्थिति में हृदय अधिक से अधिक नभय जोर के साथ प्रकुचित होता है, लेकिन कुचन की शक्ति परिस्थिति के साथ बदलती जाएगी। रुधिर में प्रवाहित होनेवाले कुछेक रासायनिक तत्वों के प्रभाव-स्वरूप हृदय की घड़कन अधिक (या कम) जोर की हो सकती है। फिर चूँकि पेशी लचीली होती है और लचीला पिंड अपने लचीलेपन की सीमा तक खींचा जाने पर अधिक बल के साथ प्रकुचित होता है, इसलिए हृदय को भरनेवाले रुधिर की मात्रा घड़कन के बल को निश्चित करने में महत्त्वपूर्ण है। हृदय में जब भी शिरा के रुधिर की वापसी बढ़ जाती है, तो घड़कन अधिक शक्तिशाली हो जाती है और अधिक रुधिर हृदय के बाहर भेजा जाने लगता है।

विश्रामपूर्ण अवस्था में निलय का हर कुचन लगभग चौथाई गिलास पानी के बराबर आयतन के रुधिर का निष्कासन करता है। कठिन श्रम के समय यह निष्कासन तिगुना तक हो सकता है।

हृदय की गति का नियमन—विश्राम की अवस्था में वयस्को के हृदय की औसत गति लगभग 70 प्रति-मिनट रहती है (बालकों में यह कुछ अधिक तेज होती है)। लेकिन कठिन श्रम के समय यह बढ़कर 200 प्रति-मिनट तक जा सकती है, या अन्य परिस्थितियों में यह गिरकर लगभग 60 पर भी आ

सकती है। जो यत्र-प्रक्रम हृदय की सामान्य गति को कायम रखते हैं, या उसमें अंतर आने देते हैं, उन्हें तीन वर्गों में विभक्त किया जा सकता है : तंत्रिकायिक, रासायनिक और ऊष्मीय।

**तंत्रिकायिक नियंत्रण**—यद्यपि हृदय की धड़कन स्वतःचालित है, तथापि उसपर तंत्रिकायिक आवेगों द्वारा गहरा प्रभाव डाला जा सकता है। तंत्रिकायिक नियंत्रण के बिना परिवर्तनशील देहीय परिस्थितियों के अनुसार इसकी अनुकूलित होने की क्षमता अधिकांशतया समाप्त हो जाएगी।

हृदय की गति को प्रत्यक्षतः नियंत्रित करनेवाली तंत्रिकाओं के दो जोड़े हैं—दो 'वागी' तंत्रिकाएँ तथा दो 'त्वरक' तंत्रिकाएँ। प्रथमोक्त मस्तिष्क के पृष्ठभाग के एक क्षेत्र मेड्यूला या अंतस्था से निकलती है और हृदय सहित वक्षीय तथा उदरीय गुहाओं के विभिन्न अंगों को अपनी शाखाएँ भेजती हैं। त्वरक तंत्रिकाएँ रीढ़-रज्जु के वक्षीय भाग से निकलती हैं और अन्ततः हृद्-पेशी में विलीन हो जाती हैं। मनुष्य या प्रयोगातर्गत जंतु में त्वरक तंत्रिकाओं की विद्युतीय उत्तेजना हृदय की गति को बढ़ा देती है। लेकिन वागी तंत्रिकाओं की उत्तेजना हृदय की गति को धीमा कर देती है और यदि उत्तेजना काफी गतिशाली है और काफी तंत्रिका-आवेग हृदीय पेशी तक पहुँचते हैं, तो थोड़ी देर के लिए हृदय की गति पूरी तरह से रुक भी सकती है।

हमारे पास इस बात के प्रमाण हैं कि ये दोनों ही तंत्रिका-समूह हृदय पर लगातार प्रभाव डालते हैं। यदि वागी तंत्रिकाएँ काट दी जाएँ और त्वरक तंत्रिकाएँ सुरक्षित बनी रहें, तो हृदय की गति बढ़ जाती है और बड़ी ही रहती है। इससे यह पता चलता है कि आवेग लगातार वागी से अन्तस्था में आ रहे हैं और हृदय की गति को धीमा करने का प्रयास कर रहे हैं। ऐसे अवरोधक आवेगों के अभाव में हृदय अपनी 'रोक' लगाने की क्रिया से मुक्त हो जाता है और उसकी गति बढ़ जाती है। जब त्वरक तंत्रिकाएँ काट दी जाती हैं, तो इसके विलकुल विपरीत होता है।

इस तंत्रिकायिक क्रिया के कारण हृदय को दो प्रकार से त्वरित किया जा सकता है—वागीय आवेगों की सख्या में कमी करके, या त्वरक आवेगों में वृद्धि करके—और दो ही प्रकार से धीमा भी किया जा सकता है। इन तंत्रिकाओं की क्रिया द्वारा हृदय की गति साधारण और आकस्मिक कार्यों के लिए तेजी के साथ और बड़ी अच्छी तरह अनुकूलित की जा सकती है। त्वरक और अवरोधक तंत्रिका-आवेगों का यह क्रमिक कार्य हृदय की गति को हर अवसर के लिए पूरी मितव्ययिता और निपुणता के साथ नियमित करने लगता है। वागीय और त्वरक आवेग एक-दूसरे को पूर्णतः संतुलित नहीं कर देते, इनमें वागीय आवेगों का प्रभाव अधिक होता है। यह एक दृष्टि से स्वाभाविक ही है, क्योंकि शरीर की हर क्रिया हृदय की गति को बढ़ानेवाली होती है।

मस्तिष्क के उच्चतर स्तरों से उद्भूत तंत्रिका-आवेग भी हृदय की गति के

नियमन मे महत्वपूर्ण है। इससे विदित होता है कि केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र के भीतर प्रवाहित होनेवाले तन्त्रिका-आवेग भी अतर्गामी आवेगो जितने ही महत्वपूर्ण है। उनके प्रभाव के सबसे प्रकट उदाहरण भावातिरेक की अवस्थाओं द्वारा हृदय-गतियों मे आए परिवर्तनों मे देखे जा सकते है। हममे से अधिकतर लोग क्रोध, उत्तेजना और आशका के कारण उत्पन्न हुए हृदय के तीव्रतर वेग या अत्यधिक भय से उत्पन्न धीमी हृदय-गति से परिचित है। निश्चय ही बहुत-सी युक्तिसंगत मानसिक क्रियाए भी किसी सीमा तक हृदय की गति मे परिवर्तन ला सकती है।

**रासायनिक नियंत्रण**—रुधिर मे कार्बन डाई-ऑक्साइड की वृद्धि से हृदय की गति बढ़ सकती है, लेकिन ऐसा हृदय पेशी पर सीधी क्रिया द्वारा नहीं होता। वस्तुतः रुधिर मे इसकी वर्द्धित मात्रा अतस्था मे कार्डियो-त्वरक केन्द्र पर कार्य करती है। केन्द्र की सक्रियता से त्वरक तन्त्रिकाओं मे आवेगो के रेले पैदा हो जाते है, जिससे हृदय की गति बढ़ जाती है। कार्बन डाई-ऑक्साइड की मात्रा मे कमी इसके विपरीत प्रभाव डालती है। घटे या बढे उपापचयी अम्लीय उत्पादन के कारण रुधिर की अम्लता मे हुए परिवर्तन भी हृदय पर इसी प्रकार प्रभाव डालते है। यह क्रिया भी उसी प्रकार और उसी यन्त्र-प्रक्रम द्वारा होती है, जिसके द्वारा कार्बन डाई-ऑक्साइड हृदय की गति बढ़ाती है।

अतःसावी ग्रंथियों के कुछ हारमोन, खास तौर से अधिवृक्क और थायरॉयड ग्रंथियों के हारमोन, भी हृदय की गति पर प्रभाव डालते है। हम उनके कार्यों की चर्चा दसवे अध्याय मे करेगे।

**ऊष्मीय नियंत्रण**—हमारे आसपास की वायु के ताप का हृदय की गति पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता या बहुत ही नगण्य प्रभाव होता है। लेकिन रुधिर का ताप कुछ अंश तक हृदय की गति पर प्रभाव डालता है। जब देह का ताप  $104^{\circ}$  फारनहाइट तक चढ़ जाता है (सामान्य ताप  $98.6^{\circ}$  है,) तो हृदय की गति थोड़ी बढ़ जाती है। खैर, यह बात देर तक रहने वाले बुखार की दशा मे ही महत्वपूर्ण होती है, स्वस्थ अवस्था मे उच्च ताप की अल्पकालिक अवधियों मे (जैसे कठोर श्रम की अवस्था मे) नहीं।

**कार्डियाई उत्पादन**—हृदय का प्रति-मिनट उत्पादन 'मिनट-आयतन' कहलाता है। हृदय की क्रिया का समस्त नियमन मिनट-आयतन को वर्तमान परिस्थिति मे उपयुक्त बनाने के लिए होता है। इस बात का निर्धारण, कि एक निश्चित काल-अवधि मे ऊतको को कितना रुधिर जाता है, हृदय के उत्पादन से होता है।

अधिकांश परिस्थितियों मे, उत्पादन मे कोई परिवर्तन वृद्धि की ओर ही होता है। यह स्पष्ट है कि हम प्रति-मिनट उत्पादन को या तो प्रति धड़कन के उत्पादन को बढ़ाकर (धड़कन की शक्ति बढ़ाकर), या धड़कन की गति को बढ़ाकर, या दोनों का ही मिश्रण करके बढ़ा सकते है। इस प्रकार हृदय की धड़कन



केवल और हृदय की गति का नियमन ऊतकों की आवश्यकता की तुष्टि के लिए समुचित मात्रा में रुधिर पम्प करने की ओर ही निर्दिष्ट रहता है।

### रुधिर-वाहिकाएँ

हृदय की सक्रियता, रक्त-दाब और रुधिर-प्रवाह को नियंत्रित करनेवाले सभी यंत्र-प्रक्रमों का लक्ष्य केशिकाओं में समुचित मात्रा में रुधिर पहुंचाना है, जहां गैसों, पोषकों और अनुपयोगी तत्वों का महत्वपूर्ण आदान-प्रदान होता है।

वाहिकाओं की संरचना—धमनियाँ और शिराएँ इसी आदान-प्रदान के आधार पर बनी होती हैं। दोनों की भित्तियों में तीन परतें होती हैं। सबसे भीतरी एपीथीलियम केशिकाओं की एक इकहरी चिकनी परत होती है, जो संयोजी ऊतक पर आधारित रहती है। यह चिकनापन रुधिर-प्रवाह के दौरान भित्तियों के साथ होनेवाले घर्षण को कम कर देता है। बीच की परत अधिक बड़ी होती है और शिरा और धमनी में विभेद करती है। दोनों ही वाहिकाओं में संयोजी ऊतक से जुड़ी चिकनी पेशी रहती है, लेकिन बड़ी धमनियों में अनेक लचीले या प्रत्यास्थ तंतु भी होते हैं, जो इन वाहिकाओं को इनकी लाक्षणिक लचक प्रदान करते हैं। सबसे बाहरी परत सख्त संयोजी ऊतक की बनी होती है, जिसमें चिकनी पेशी को जानेवाले कुछ लचीले तंतु और तंत्रिका-तंतु भी पाए जा सकते हैं।

धमनियों और शिराओं के छोटे विभाग क्रमशः 'धमनिका', 'तनु-शिरा' या 'शिरिका' कहलाते हैं। धमनिकाएँ धमनियों से आकार में और इस बात में भिन्न होती हैं कि बीच की परत में चिकनी पेशी में लचीले तंतु का अनुपात अधिक होता है। तनु-शिराएँ शिराओं का ही छोटा रूप होती हैं।

लघुतम वाहिकाएँ केशिकाएँ कहलाती हैं, जिनकी भित्तियाँ केवल एकपरती होती हैं और एपीथीलियम की बनी होती हैं। ये सूक्ष्म वाहिकाएँ कोरी आख से नहीं देखी जा सकती, क्योंकि उनका व्यास लाल केशिका से कुछ ही अधिक होता है और उनकी लम्बाई औसतन एक इंच का लगभग पच्चीसवा भाग होती है।

धामनिक रुधिर-दाब—रुधिर जब हृदय से बाहर निकलता है, तो उसमें काफी दाब होता है। फिर भी निलयीय प्रकुचन द्वारा रुधिर को प्रदत्त समस्त ऊर्जा रुधिर का प्रवाह बढ़ाने के काम नहीं आती। इस ऊर्जा का कुछ अंश बड़ी धमनियों की लचीली दीवारों के फुलाने के कार्य में व्यय हो जाता है। इसके बाद धामनिक भित्तियों के पुनः कुचन की तरफ हृदय को वाहिकाओं में से रुधिर परिवहित करने में सहायता देती है। इस पुनः कुचन की तरफ से ही नाड़ी-तरंग की उत्पत्ति होती है, जो किसी भी धमनी में अनुभव की जा सकती है (अर्थात् देह की सतह के निकट की धमनियों में)। यदि धमनियाँ लचीली नालियाँ न होकर कठोर होती, तो हर निलयीय प्रकुचन के साथ उनमें दाब एकदम से बढ़ता

और हर कुचन के साथ एकदम गिरता । इन परिस्थितियों में रक्त-प्रवाह अविरल न होकर (जैसा कि यह वास्तव में है) रुक-रुक करके होता । इस प्रकार धामनिक दाब और रुधिर-प्रवाह को निरन्तर कायम रखने का अधिकांश श्रेय धामनिक भित्तियों के लचीलेपन को ही है ।

**दाब-प्रवणता**—धमनियों से धमनिकाओं, केशिकाओं और शिराओं में रुधिर-दाब में क्रमिक कमी होती जाती है । एक स्थान से दूसरे स्थान के बीच यह अंतर दाब-प्रवणता कहलाता है, जिसके बिना प्रवाह हो ही नहीं सकता; अर्थात्, यदि रुधिर-दाब सभी स्थानों पर एक-सा होता तो एक स्थान से दूसरे स्थान में रुधिर-प्रवाह नहीं हो पाता । यदि हृदय से निकलने और उसीमें लौटनेवाली केवल एक ही वाहिका होती और उसका व्यास सभी जगह एक-सा ही होता, तो वाहिका में दाब धीरे-धीरे गिरता और यह पतन हृदय से उस स्थान की दूरी के अनुपात में होता । दाब में यह पतन वाहिकाओं की दीवारों से द्रव के घर्षण के समय उत्पन्न हुए अवरोध के कारण होता है । हृदय से निकलनेवाली धमनिया शीघ्र ही कई शाखाओं में विभक्त हो जाती है, जिनमें से प्रत्येक धमनी कई-कई धमनिकाओं में बंट जाती है, जो स्वयं कई केशिकाओं में विभक्त हो जाती है । इस तमाम विभाजन का कुल नतीजा घर्षण-अवरोध प्रदान करनेवाली भित्तियों के अवकाश को बढ़ाना है और उन भागों में, जहाँ अनेक शाखाएँ उत्पन्न होती हैं, आकस्मिक दाब-पतन पैदा करना है । हृदय से रुधिर के आगे बढ़ने के साथ-साथ बड़ी धमनियों में दाब धीरे-धीरे ही गिरता है, लेकिन धमनिका-क्षेत्र में दाब-पतन आकस्मिक और बड़े अनुपात में होता है और केशिका-क्षेत्र में यह पतन और भी अधिक हो जाता है । रुधिर जिस समय शिराओं में पहुँचता है, तब उसमें लग-भग कोई दाब नहीं होता ।

**तकनीकी शब्दों की परिभाषा**—हृदय की हर धड़कन के साथ धामनिक रुधिर-दाब घटता-बढ़ता है । रुधिर के निलय से धमनी में निष्कासन के साथ रुधिर-दाब एकाएक बढ़ जाता है । दाब का शिखर-बिंदु प्रकुचन-दाब कहलाता है, क्योंकि यह निलयीय प्रकुचन या कुचन के कारण उत्पन्न होता है । निलय के विश्राम या अनुशिथिलन की अवस्था में धमनी में दाब कम हो जाता है, लेकिन धामनिक भित्तियों के पुन कुचन द्वारा वह अब भी काफी ऊँचे स्तर पर कायम रखा जाता है । इस स्तर पर उसे अनुशिथिलन-दाब कहते हैं । अनुशिथिलन-दाब और प्रकुचन-दाब के बीच का अंतर नाडी-दाब कहलाता है, जब कि उनका औसत माध्य धामनिक दाब होता है ।

**धामनिक रुधिर-दाब का माप**—बाह्र पर कुहनी के ऊपर रबर की एक थैली लपेट दी जाती है और उसे हवा से फुला दिया जाता है । यह थैली एक दाब-युक्ति से जुड़ी होती है, जो दाब की ऊँचाई दर्शाती है । दाब मापनेवाला व्यक्ति स्टेथेस्कोप के चौगे को कुहनी के अन्दर की तरफ रख देता है । यहाँ पर त्वचा के विलकुल नीचे ही एक धमनी जाती है । रबर की थैली का दाब फिर

इतना बढ़ाया जाता है कि वह धमनी को बन्द करके रुधिर का आगे प्रवाहित होना रोक देता है। अब इस जगह कोई ध्वनि नहीं सुनी जा सकती। इसके बाद थैली में दाब धीरे-धीरे कम कर दिया जाता है और धमनी के छेद को बस इतना खुलने दिया जाता है कि हृदय की हर धड़कन के साथ रुधिर की एक प्रवार उससे गुजर सकती है। इस समय एक हलकी-सी 'खुटखुट' की आवाज सुनी जा सकती है। इस स्तर पर अंकित दाब प्रकुचन-दाब होता है। रबर की थैली में दाब जैसे-जैसे कम किया जाता है, 'खुटखुट' की आवाज बदलकर धीमी होती जाती है। सारा दाब निकल जाने पर जैसे ही रुधिर धमनी में फिर से बहने दिया जाता है, धमनी की आवाज बिल्कुल बन्द हो जाती है। इस क्षण पर, जब ध्वनि बन्द ही होती है, यह युक्ति अनुशिथिलन-दाब अंकित करती है।

इस ढग से मापा गया दाब (उसे प्रतिसंतुलित करने के लिए आवश्यक पारे की ऊँचाई के मिलिमीटरों में मापा जाता है—एक मिलीमीटर एक इंच के लगभग पन्चीसवें भाग के बराबर होता है) यह इंगित करता है कि एक तरुण वयस्क व्यक्ति में औसत प्रकुचन-दाब लगभग 120 मि० मी० और अनुशिथिलन-दाब लगभग 80 मि० मी० होता है। रुधिर-दाब या शरीर में कोई भी दाब वायुमंडल के दाब (760 मि० मी०) को 'शून्य' बिन्दु मानकर मापा जाता है। धामनिक दाब वायुमंडलीय दाब से ऊँचा होता है। इसका प्रमाण यह है कि कटी हुई धमनी से तुरन्त ही रुधिर बाहर आने लगता है। यदि यह दाब वायुमंडल के दाब से कम होता, तो ऐसा होना संभव नहीं था।

**धामनिक दाब का नियमन—सामान्य रुधिर-दाब बनाए रखनेवाले कारक—**पाँच बातों का मेल सामान्य रुधिर-दाब बनाए रखने में सहायक होता है।

हृदय की पंप करने की क्रिया—हृदय किसी भी निश्चित अवधि में धमनी में जानेवाले रुधिर की मात्रा को नियन्त्रित करता है। यदि दूसरे कारक अचर रहें, तो हृदय के उत्पादन में वृद्धि धामनिक दाब में वृद्धि कर देगी—चाहे वह किसी भी कारण से क्यों न उत्पन्न हुई हो और इसी प्रकार हृदय के उत्पादन में कमी उसे कम कर देगी।

**रुधिर-आयतन—**किन्हीं बन्द नलियों के तंत्र में दाब उत्पन्न करने के लिए उन्हें पूरी धारिता तक भरना आवश्यक है। साधारणतया धमनियाँ इसी प्रकार भरी रहती हैं। लेकिन उनके लचीलेपन के कारण उनमें अधिक रुधिर का प्रवेश कराया जा सकता है; परिवहनशील तरल के आयतन में वृद्धि उन्हें फैला देगी और बड़ा हुआ दाब उत्पन्न कर देगी। तरल का निष्कासन दाब कम कर देता है। यह, जैसा कि हम पहले कह चुके हैं, पहला अभाव है, जो रुधिर-स्राव के बाद उत्पन्न होता है। हालाँकि जीव न्यून हुआ रुधिर-दाब अधिक समय तक नहीं सह सकता, फिर भी वह दाब में बड़ी गिरावट सह सकता है। प्रयोग के लिए रखे जंतु में तो धामनिक दाब रुधिर के निष्कासन द्वारा एक-तिहाई तक कम कर दिया जा सकता है और फिर बस वही निष्कासित रुधिर वापस डालकर सामान्य

स्तर पर लाया जा सकता है।

ऐसे अवसरो पर, जब अधिक रुधिर-आयतन की आवश्यकता होती है, तो प्लीहा इस कार्य में प्रायः सहायता देती है। रुधिर-स्राव, कठिन श्रम या भावात्मक परिस्थितियों में प्लीहा की दीवारों की चिकनी पेशी कुचित होती है और प्लीहा में मचित रुधिर परिवहनशील रुधिर में धकेल दिया जाता है।

धामनिक दीवारों का लचीलापन—यह अनुशिथिलनीय दाब को उत्पन्न करता और बनाए रखता है। अनुशिथिलनीय दाब निलयीय प्रकुचन द्वारा एकाएक रुधिर फेंके जाने और उससे धामनिक भित्तियों के खिंचने के बाद उनके सिकुड़ने की क्रिया से उत्पन्न होता है। अनुशिथिलन दाब प्रकुचन-दाब से अधिक सतुलित होता है, अर्थात् इसपर प्रकुचन-दाब की तरह रुधिर-दाब बनाए रखनेवाले कारकों के परिवर्तन से अधिक प्रभाव नहीं पड़ता।

रुधिर का गाढापन या श्यानता—रुधिर पानी से करीब पांच गुना अधिक श्यान (गाढा) होता है। कोई तरल जितना ही श्यान होता है, उसके प्रवाहित होने में उतनी ही बाधा होती है और उसे पतली नलियों में भेजने के लिए उतना ही अधिक दाब चाहिए। यदि रुधिर की श्यानता कम हो जाती है, तो उसके प्रवाह का अवरोध भी कम हो जाता है और रुधिर-दाब गिर जाता है, इसी प्रकार श्यानता बढ़ने पर रुधिर-दाब भी बढ़ जाता है।

परिधीय अवरोध—धमनिकाएँ धमनियों से अधिक पतली होती हैं और उनकी अपेक्षा किसी निश्चित अवधि में अधिक रुधिर प्रसारित नहीं कर सकती। इसलिए धमनी से धमनिका में रुधिर के जाते समय रुधिर-अवरोध होता है और इसी कारण कुछ कम सीमा तक धमनिका से केशिकाओं के बीच रुधिर-प्रवाह की भी यही स्थिति रहती है। यही परिधीय अवरोध है। यदि धामनिक अर्ध-व्यासों को कम कर दिया जाए, तो अवरोध बढ़ जाता है और रुधिर-दाब भी उसी अनुपात में चढ़ जाता है।

तन्त्रिकायिक नियंत्रण—रुधिर-दाब में हृदय की गति को नियंत्रित करनेवाले तन्त्रिकायिक प्रक्रमों और रुधिर-वाहिकाओं के छिद्रों (खास तौर से धमनिकाओं) के द्वारा आकस्मिक और तीव्र समजन किए जा सकते हैं।

धामनिक भित्तियों की चिकनी पेशी तन्त्रिका-आवेगों द्वारा सिकोड़ी या कुंचित की जा सकती है। हृदय के समान ही इन पेशियों को भी तन्त्रिकाओं के दो जोड़े जाते हैं। ये तन्त्रिकाएँ केंद्रीय तन्त्रिका-तन्त्र से उत्पन्न होती हैं। ये तन्त्रिकाएँ, जो रुधिर-वाहिकाओं के प्रसार और कुचन को संचालित करती हैं, वेसो-मोटर या वाहिका-प्रेरक तन्त्रिकाएँ कहलाती हैं। इनमें से एक समूह की वेसो-कास्ट्रिकटर या वाहिकासकोचक तन्त्रिकाओं के उत्तेजन से पेशियों का और वाहिकाओं के छिद्रों का कुचन होता है, दूसरे समूह की वेसोडायलेटर या वाहिका-विस्फारक तन्त्रिकाओं के उत्तेजन से पेशियों का शिथिलन होता है और वाहिका-छिद्रों का फैलाव बढ़ता है। यदि बहुत सारी धमनिकाएँ कुचित हो जाती हैं,

तो परिधीय अवरोध बढ़ जाता है तथा रुधिर-दाब ऊंचा हो जाता है और कई धमनिकाओं के फैल जाने पर रुधिर-दाब न्यून हो जाता है।

परिधीय अवरोध में अधिकांश परिवर्तन उदरीय क्षेत्र में होते हैं, जिसके ग्रग अत्यधिक वाहिकी (बहुत-सी रुधिर वाहिकाओं वाले) होते हैं। तंत्रिका-आवेग अविरल गति से वाहिका-संकोचक तंत्रिकाओं द्वारा, और कुछ सीमा तक वाहिका-विस्फारक तंत्रिकाओं द्वारा भी इस क्षेत्र की धमनिकाओं को आते रहते हैं। फिर भी वाहिका-संकोचक प्रभाव इसमें प्रधान है। वाहिका-संकोचक और वाहिका-विस्फारक केन्द्रों में ये आवेग हृदय को जानेवाले वागी और त्वरक तंत्रिकाओं-जैसे आवेगों की तरह ही उठते हैं। ये केन्द्र मस्तिष्क की अतस्था में स्थित हैं और सभी अभिवाही तंत्रिकाओं से कार्डियक केन्द्रों की भांति ही प्रभावित होते हैं।

ऐसे वाहिका-प्रेरक प्रतिवर्त भी हैं, जिनके कारण खामकर रुधिर-दाब का समंजन होता है।

ये प्रतिवर्त इस प्रकार कार्य करते हैं कि रुधिर-दाब बदलती परिस्थितियों में शरीर की आवश्यकतानुसार कम या ज्यादा हो जाता है, फिर भी यह सामान्य स्तर के निकट ही बना रहता है। इस प्रकार रुधिर-दाब में न्यूनता आने पर ये प्रक्रम स्वतः क्रियाशील हो जाते हैं, जो रुधिर-दाब को फिर से बढ़ा दे, जबकि बढ़ा हुआ रुधिर-दाब इसके विपरीत प्रतिवर्त को क्रियाशील कर देता है, जो रुधिर-दाब को नीचे की ओर ले जाते हैं।

**रासायनिक नियन्त्रण**—रुधिर के कार्बन डाई-ऑक्साइड या अम्ल-परिमाण में वृद्धि सीधे-सीधे वाहिका-संकोचक केन्द्र पर क्रिया करती है, जिससे सामान्य वाहिका-कुचन उत्पन्न हो जाता है और रुधिर-दाब बढ़ जाता है। तथापि ऊतकीय उपापचयन द्वारा स्थानीय रूप से मुक्त की हुई कार्बन डाई-ऑक्साइड जिन धमनिकाओं के सम्पर्क में आती हैं, वह उनकी दीवारों की चिकनी पेशी को शिथिलित करके उनको फैला देती हैं। रुधिर में ऑक्सीजन-परिमाण की उल्लेखनीय कमी भी वही परिणाम उत्पन्न कर सकती है, जो कार्बन डाई-ऑक्साइड की अधिकता से उत्पन्न होते हैं लेकिन इनमें अन्तर्गत स्थिति ही अधिक देखने में आती है और यही अधिक शक्तिशाली कारक भी है।

**धामनिक रुधिर-दाब में वैभिन्न्य**—जैसा कि हम देख चुके हैं, वयस्को का सामान्य रुधिर-दाब औसतन 120 मि० मी० प्रकुचन के समय और 80 मि०-मी० अनुशिथिलन के समय होता है। प्रकुचन-दाब अनुशिथिलन-दाब की अपेक्षा कहीं कम स्थायी होता है और उसमें उतार-चढ़ाव भी काफी अधिक सीमा तक होते हैं। मिसाल के तौर पर, कठिन परिश्रम के समय प्रकुचन-दाब 200 मि० मी० तक जा सकता है, जब कि अनुशिथिलन-दाब अधिक से अधिक 110 मि० मी० तक हो जाता है। इससे नाडी-दाब बढ़ जाता है और हम नाडी को अधिक तेजी से धड़कता हुआ पाते हैं।

रुधिर-दाब आयु के साथ-साथ बढ़ता जाता है, साठ वर्ष की आयु में प्रकुचन-

दाब लगभग 135 मि० मी० हो जाता है जबकि अनुशिथिलन दाब बढ़कर केवल 90 मि० मी० तक ही जाता है। किसी भी आयु में बहुत मोटे या भारी व्यक्तियों का रुधिर-दाब हलके व्यक्तियों की अपेक्षा अधिक ही रहता है। भावातिरेक की अवस्थाएँ रुधिर-दाब में काफी परिवर्तन ला सकती हैं और इस परिवर्तन की दिशा इस बात पर निर्भर करती है कि हृदय पर रुधिर-वाहिकाओं के अन्तर्व्यासों का क्या प्रभाव पड़ता है।

**उच्च रुधिर-दाब**—रोग-विज्ञान की दृष्टि से उच्च रुधिर-दाब या अति-रुधिर-तनाव कोई असाधारण बात नहीं। रुधिर-दाब 250 मि० मी० (प्रकुचन) और 130 मि० मी० (अनुशिथिलन) तक जा सकता है। यह उच्च दाब हृदय पर जोर डालता है, क्योंकि निलयों का दाब रुधिर-निष्कासन से पहले धामनिक दाब से अधिक पहुँचना चाहिए। हृदय के कार्य में वृद्धि वाये निलय को बढ़ने और अपनी भित्तियों को मोटा करने पर विवश करती है। अत्यधिक दाब कालान्तर में रुधिर-वाहिकाओं में हानिकारक परिवर्तन भी पैदा करता है। धमनी-काठिन्य (धमनियों का सख्त हो जाना और फलतः उनका लचीलापन कम हो जाना) इन मामलों में अतिरुधिर-तनाव नहीं उत्पन्न करता, यद्यपि यह सामान्यतः आयु-वृद्धि के साथ होनेवाली दाब में वृद्धि के लिए उत्तरदायी हो सकता है।

रोगविज्ञान-सम्बन्धी परिस्थितियों में अतिरुधिर-तनाव का कारण धमनी-काओं के दीर्घकालिक सकुचन के कारण उत्पन्न हुआ परिधीय अवरोध होता है। तथापि बहुत-से मामलों में यह स्पष्ट रूप से समझ में नहीं आ पाता कि यह सकुचन किन कारणों से होता है। कुछ मामलों में अतिरुधिर-तनाव वृक्क-रोगों के कारण होता है। रोग वृक्को के रुधिर-प्रवाह में अवरोध डाल देते हैं, जिससे उन्हें कम ऑक्सीजन मिलती है। ऑक्सीजन की कमी से वृक्क एक ऐसा द्रव्य उत्पन्न करते हैं, जो धामनिक दीवारों में चिकनी पेशी का अत्यधिक कुचन कर देता है। इसका कुछ प्रायोगिक प्रमाण भी है। यदि कुत्ते की वृक्क-धमनी पर एक शिकजा इस प्रकार कस दिया जाये कि उससे रुधिर-प्रदाय तो कम हो जाए, पर वृक्क-कोशिकाओं के लिए ऑक्सीजन की मात्रा ठीक बनी रहे, तो भी वृक्क द्वारा उत्पन्न द्रव्य अतिरुधिर-तनाव उत्पन्न कर देता है।

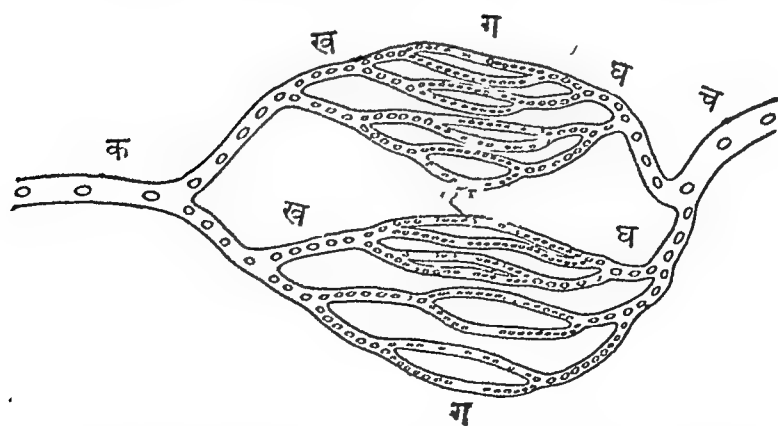
दूसरे मामलों में, अतिरुधिर-तनाव तन्त्रिकायिक कारकों के कारण या अधिवृक्कीय कोर्टेक्स की प्रति क्रिया के कारण भी हो सकता है। तन्त्रिकायिक कारकों के सम्बन्ध में भी यह सम्भव है कि वाहिका-संवोधक केन्द्र आनेवाले तन्त्रिका-आवेगों द्वारा नियंत्रण में रखा जा सके (जैसा कि साधारणतया होता है)। अतिरुधिर-तनाव के बहुत-से मामले 'रिसर्पाइन' नामक औषधि के द्वारा बड़ी सीमा तक सुधारे गए हैं। इस औषधि की क्रिया अत्यधिक सक्रिय तन्त्रिका-केन्द्रों में शिथिलन उत्पन्न करनेवाली प्रतीत होती है। अतिरुधिर-तनाव में अधिवृक्कीय कोर्टेक्स का कारण होने के सम्बन्ध में यह सन्देह किया जाता है कि शायद इसके हारमोनो का अत्यधिक स्राव (ग्रन्थाय 10 देखिए) इस अवस्था को उत्पन्न

करता हो। इस प्रकार के अतिरुधिर-तनाव के लिए अभी तक कोई सफल उपचार नहीं निकल पाया है, हालांकि नमक की मात्रा में कमी करना रोगी के लिए लाभ-दायक अवश्य होता है।

**न्यून रुधिर-दाव**—रुधिर-दाव लगातार 110 मि० मी० से कम बने रहने की स्थिति को 'अल्प तनाव' कहते हैं। इसका कारण अभी तक ज्ञात नहीं है। यह स्थिति अतिरुधिर-तनाव की अपेक्षा कम ही पाई जाती है और व्यक्ति के लिए कोई ऐसे आसार नहीं उत्पन्न करती कि जो उसके लिए खतरनाक हो। इस अवस्था के साथ रोगी को अत्यधिक थकान और चक्कर आने की शिकायत होती है।

**रुधिर-प्रवाह**—रुधिर-प्रवाह, जैसा कि हम देख चुके हैं, धमनियों से धमनिकाओं और धमनिकाओं से केशिकाओं के बीच दाव-प्रवणता के कारण होता है। और यह दाव-प्रवणता रुधिर को हृदय द्वारा दी गई ऊर्जा के क्रमिक ह्रास के कारण होती है जिसका कारण वाहिकाओं द्वारा रुधिर-प्रवाह में पैदा किया गया अवरोध है। हृदय की रुधिर-निष्कासन क्रिया के अलावा—जो रुधिर-प्रवाह और दाव का मुख्य स्रोत है—रुधिर-प्रवाह का दूसरा कारक धमनियों की प्रत्यास्थता या लचीलापन है (जो हृदय की धड़कन द्वारा डाले गए दाव के एक बड़े अंश को साथ रखती है)।

रुधिर की गति को नियन्त्रित करनेवाला एक और कारक भी है। यह कारक—वाहिकाओं के सम्पूर्ण अनुप्रस्थ काट-क्षेत्र—परिवहन-वृक्ष—के विभिन्न भागों में होनेवाले रुधिर वेग-सम्बन्धी सभी परिवर्तनों के लिए उत्तरदायी है। इसी प्रकार के परिवर्तन नलिकाओं वाले ऐसे किसी भी तन्त्र में देखे जा सकते हैं, जिसकी नालियाँ व्यास में अलग-अलग हों। इस प्रकार आकृति 11 में 'क' बिन्दु नलिका ('धमनी') पर चौड़ी है, इसलिए रुधिर-प्रवाह तेज है; 'ख' और 'ग' (धमनिकाओं और 'केशिकाओं' पर यद्यपि हर नलिका 'धमनी' से कम चौड़ी है, फिर भी नलिकाओं का सम्पूर्ण अनुप्रस्थ-काट क्षेत्र बढ़ जाता है और रुधिर-प्रवाह भी



आकृति 11—रुधिर-प्रवाह : विवरण के लिए पाठ देखिए।

पड़ जाता है, और 'घ' और 'च' (छोटी शिराएँ और बड़ी शिरा) पर रुधिर-प्रवाह फिर बढ़ जाता है, क्योंकि सम्पूर्ण अनुप्रस्थ-काट क्षेत्र कम हो जाता है। देह में रुधिर का वेग बिल्कुल इसी प्रकार बदलता रहता है। धमनियों में प्रवाह तेज होता है, धमनिकाओं और केशिकाओं में धीमा पड़ जाता है और छोटी तथा बड़ी शिराओं में फिर बढ़ जाता है।

**शिरागत रुधिर-प्रवाह**—हृदय के नीचेवाली धमनियों में रुधिर-दाब और पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण एक ही दिशा में कार्य करते हैं, इसलिए रुधिर-प्रवाह में कोई कठिनाई नहीं होती। हृदय के ऊपर की ओर की धमनियों से यद्यपि गुरुत्वाकर्षण रुधिर-प्रवाह के विपरीत पड़ता है, तथापि प्रतिवर्ती क्रियाएँ रुधिर-दाब बनाए रखती हैं। और अविरल रुधिर-प्रवाह होता रहता है।

तथापि हृदय के नीचेवाली धमनियों में हृदय में रुधिर का वापस पहुँचना सुनिश्चित करने वाले प्रक्रमों को काम करना पड़ता है। शिरागत दाब अत्यन्त न्यून होता है तथा गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध रुधिर को ऊपर पहुँचाने में असमर्थ होता है। देह के निचले भागों में सबसे महत्वपूर्ण सहायक प्रक्रम कंकाल-पेशियों की 'पंप करने' की क्रिया है। जब ये पेशियाँ कुचित होती हैं, तो वे अपेक्षाकृत पतली भित्तिवाली शिराओं को दबाती हैं और रुधिर को ऊपर की ओर धकेल देती हैं। कपाटों की क्रिया द्वारा रुधिर को केशिकाओं में वापस नहीं जाने दिया जाता है। ये कपाट शिराओं में थोड़ी-थोड़ी दूर पर स्थित होते हैं और रुधिर को केवल हृदय की ओर ही जाने देते हैं। कंकाल-पेशियों के फैलने के साथ शिराएँ भी फैलती हैं और नीचे के रुधिर से भर जाती हैं। कठिन श्रम के समय रुधिर की शिरागत वापसी में यह प्रक्रम विशेष महत्व का है। शिरागत वापसी में श्वसन-गतियाँ (अध्याय 4) भी बड़ा महत्वपूर्ण योग देती हैं।

हृदय के ऊपर की शिराओं में चूँकि रुधिर-प्रवाह को गुरुत्वाकर्षण से सहायता मिलती है, इसलिए इसे बनाए रखने के लिए किसी सहायक प्रक्रम की आवश्यकता नहीं पड़ती।

**किसी अंग को जानेवाले रुधिर-प्रवाह का नियंत्रण**—किसी अंग-विशेष को जानेवाले रुधिर की मात्रा और गति को तंत्रिकायिक और रासायनिक कारकों द्वारा नियन्त्रित किया जाता है। इनमें प्राधान्य रासायनिक प्रभावों का ही लगता है। कोई अंग सक्रिय होता है, तो उसका उपापचयन वेग बढ़ जाता है और विश्राम की अवस्था की अपेक्षा अधिक कार्बन डाई-ऑक्साइड उत्पन्न होती है। अतिरिक्त कार्बन डाई-ऑक्साइड रुधिर-धारा में विसरित हो जाती है और उस अंग की धमनिकाओं की चिकनी पेशियों पर क्रिया करके उन्हें फैला देती है। फैली हुई धमनिकाओं के कारण उस अंग को अधिक रुधिर जाने लगता है, जिसका वेग भी अधिक होता है।

वाहिकाप्रेरक तन्त्रिकाएँ भी रुधिर-प्रवाह का नियंत्रण करती हैं। वाहिका-संकोचक तन्त्रिकाओं की उत्तेजना धमनिकाओं में रुधिर की मात्रा और उसके



प्रवाह का वेग कम कर देती है। वाहिका-विस्फारक तन्त्रिकाओं की उत्तेजना इससे विपरीत कार्य करती है। प्रत्येक सक्रिय अंग में रुधिर-प्रवाह का प्रतिवर्ती और रासायनिक नियन्त्रण होता है। यह क्रिया किसी प्रकार सवेदी आवेश उत्पन्न कर देती है, जो वाहिका-विस्फारक केन्द्रों को सक्रिय करके अंग की धमनिकाओं में आवेश भेज देते हैं। इससे धमनिकाएं फैल जाती हैं और इसका परिणाम अधिक रुधिर-प्रवाह होता है।

रुधिर-आयतन क्योंकि अपेक्षाकृत स्थिर ही रहता है, इसलिए यदि किसी अंग में रुधिर-प्रवाह बढ़ जाता है, तो किसी अन्य अंग में यह घटना ही चाहिए। ध्यान देने लायक बात यह है कि पेशियों की क्रियाशीलता के समय प्रतिक्रियाओं में कैसी समक्रमिता आ जाती है। सक्रिय कंकाल-पेशियों को अधिक रुधिर-प्रवाह की आवश्यकता होती है। उनकी सक्रियता से स्थानीय कार्बन डाई-ऑक्साइड की सांद्रता (परिमाण) बढ़ जाती है और उनकी धमनिकाएं फैल जाती हैं। परिवहित रुधिर में कार्बन डाई-ऑक्साइड की अधिकता वाहिका-संकोचक केन्द्र को उत्तेजित करके सर्वांगीय वाहिका-प्रकुंचन उत्पन्न कर देती है और रुधिर-दाव बढ़ा देती है। लेकिन स्थानीय कार्बन डाई-ऑक्साइड का स्थानीय आधिक्य वाहिका-संकोचक आवेशों के वावजूद पेशियों में धमनिकाओं का शिथिलन बनाए रखता है। इस प्रकार सक्रिय अंगों को अधिक दाव के साथ अधिक रुधिर भेजा जाता है, जबकि निष्क्रिय अंग कम रुधिर पाते हैं।

आघात—किन्हीं कारणों से, जिन्हें अभी पूरी तरह समझा नहीं जा सका है, कई स्थितियाँ ऐसी होती हैं, जिनसे व्यक्ति 'आघात' की दशा में पहुँच जाता है। वस्तुतः होता यह है कि छोटी वाहिकाएं एकाएक साधारण स्थिति से अधिक पारगम्य हो जाती हैं और उनके द्वारा ऊतकीय अवकाशों में अधिक मात्रा में रुधिर चला जाता है। इससे रुधिर-आयतन के कम हो जाने से व्यक्ति का अचेत हो जाना स्वाभाविक है। यह स्थिति अनेकानेक कारणों से उत्पन्न हो सकती है, जैसे रुधिर-स्राव, ऊतकों की क्षति (जल जाना या दब जाना), गल्य-क्रिया के बाद के प्रभाव और अत्यधिक भावनात्मक गड़बड़ इत्यादि। आघात की सभी अवस्थाओं का मूल कारण एक ही है या अनेक, यह अभी तक पता नहीं चल सका है; लेकिन कुछ परिस्थितियों से यह स्पष्ट लगता है कि यह अवस्था रुधिर में त्यक्त रासायनिक द्रव्यों के कारण उत्पन्न होती है।

कोई भी कारण क्यों न हो, आघात का उपचार यही है कि रुधिर-दाव अपने स्वाभाविक स्तर तक वापस ले आया जाए। प्लाज्मा का दान इसके लिए सबसे उपयुक्त होता है। फिर भी आघात की स्थिति की गड़बड़ों के बारे में काफी अध्ययन की आवश्यकता है, क्योंकि कुछ मामले उपर्युक्त उपचारों से ठीक नहीं होते।

## लसीका-तन्त्र

समस्त परिवहनीय समजनों का प्रयोजन केशिकाओं में समुचित रुधिर-प्रवाह की व्यवस्था करना ही है। इन सूक्ष्म वाहिकाओं में रुधिर और ऊतकीय तरल के बीच महत्वपूर्ण आदान-प्रदान होते हैं।

अन्य सभी दैहिक तरलों की भांति ऊतकीय तरल भी रुधिर से ही प्राप्त होता है। केशिकाओं में जल और रुधिर में घुले हुए अधिकांश द्रव्य पतली दीवारों को आसानी से भेद सकते हैं और ऊतकीय अवकाशों में 'रिस' सकते हैं। ऐसा तब सबसे अधिक होता है कि जब रुधिर-दाब केशिकाओं में इन द्रव्यों को खींचने वाले बलों को अधिसतुलित करके इन्हें बाहर 'धकेल' देता है। इस प्रक्रिया के अत्यधिक बढ़ जाने से उत्पन्न ऊतकीय द्रव्य का अतिसंचय जलोदर कहलाता है।

लसीका-तंत्र की संरचना—ऐसी छोटी-छोटी पतली भित्तियोंवाली अनेक वाहिकाएँ हैं, जो ऊतकीय अवकाशों से तरल को क्षरित करती हैं। ये वाहिकाएँ लसीका-केशिकाएँ कहलाती हैं। एक-दूसरे से मिल-मिलकर ये वाहिकाएँ अधिक बड़ी लसीका-वाहिकाएँ बनाती हैं। हृदय के निचले क्षेत्रों से निकली सारी लसीका-वाहिकाएँ अंत में दो बड़ी वाहिकाओं—दक्षिण लसीका-वाहिनी तथा वाम लसीकावाहिनी या वक्षीय वाहिनी—में मिल जाती हैं। इसके बाद ये वाहिनियाँ अपना तरल उन शिराओं में डाल देती हैं, जो क्रमशः दाईं और बाईं भुजाओं से रुधिर वापस लाती हैं। हृदय के ऊपर की छोटी लसीका-वाहिकाएँ अंत में दाईं और बाईं ग्रैव लसीकाओं में मिल जाती हैं, जो उन्हीं शिराओं में रिक्त होती हैं जिनमें लसीका-वाहिनियाँ मिलती हैं।

बड़ी लसीका-वाहिकाओं के मार्ग में कुछ अपवृद्धियाँ होती हैं, जिन्हें लसीका-ग्रथियाँ कहते हैं। लसीका-वाहिकाएँ इन ग्रथियों में प्रवेश करके छोटी-छोटी शाखाओं में विभक्त होकर ग्रथियों के हर भाग में प्रविष्ट हो जाती हैं और अंत में मिलकर फिर बड़ी वाहिकाएँ बना देती हैं जो लसीका-ग्रथि से बाहर जाती हैं।

लसीका का प्रवाह—अतिरिक्त ऊतकीय तरल को लसीका-वाहिकाएँ रुधिर में वापस ले जाती हैं। लसीका-वाहिकाओं में पहुँचने पर यह तरल 'लसीका' कहलाने लगता है। यह तरल लसीका-वाहिकाओं में कैसे पहुँच जाता है, यह बात अभी तक अस्पष्ट है। लसीका-केशिकाएँ ऐसी बंद वाहिकाएँ होती हैं, जो ऊतकीय अवकाशों में जाकर समाप्त हो जाती हैं। और चूँकि उनकी दीवारों के दोनों तरफ तरलों की रचना और दाब समान होते हैं, इसलिए यह नहीं कहा जा सकता कि तरल का लसीका-तन्त्र में प्रवाह किसी भी सामान्य शारीरिक प्रक्रिया से होता है।

लसीका का प्रवाह बहुत ही धीमा होता है। इस प्रवाह की चालक शक्ति भी बहुत क्षीण होती है (इसमें हृदय की भांति कोई प्रभावशाली पम्प नहीं है)। यदि ऊतकीय तरल का उत्पादन बढ़ जाए, तो लसीका-वाहिनियों में वर्तमान दाब पर इस नवनिर्मित तरल के दाब से लसीका-प्रवाह त्वरित हो जाता है।

हृदय के नीचे की वाहिकाओं में लसीका का प्रवाह भी शिरागत प्रवाह की भांति पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण से अववाहित होता है। इसलिए कंकाल-पेशियों की पम्प-क्रिया लसीका-प्रवाह के लिए शिरामत रुधिर-प्रत्यागमन से कहीं अधिक महत्वपूर्ण है। लसीका का जो प्रवाह होता है, उसे कायम रखने में उन असंख्य कपाटों का भी बड़ा महत्व है, जो लसीका को रुधिर-प्रवाह में उसके निर्गम की ओर ही जाने देते हैं।

किसी भी जगह लसीका-प्रवाह के अवरुद्ध हो जाने से वहां जलोदर या एडीमा हो जाता है।

लसीका-तंत्र के कार्य—हम पहले ही देख चुके हैं कि यह तन्त्र ऊतकीय तरल की रुधिर में वापसी कराता है। यह देह के उन आवश्यक द्रव्यों के लिए विशेष महत्वपूर्ण है, जो रुधिर के बाहर निकल तो जाते हैं, लेकिन फिर उसमें सीधे वापस नहीं जा पाते। इसके विपरीत, आवश्यकता पड़ने पर जल सीधा रुधिर-प्रवाह में वापस जा सकता है।

लसीका-कणिकाओं की उत्पत्ति लसीका-ग्रंथियों में ही होती है। इसी कारण लसीका में लसीका-कणिकाओं की मात्रा रुधिर से अधिक होती है।

लसीका-ग्रंथिया और लसीका-ऊतकों के अन्य संचयन, जैसे टाइल और एडेनायड, बाहरी कण्ठ-तथा वैक्टीरिया को अवरुद्ध करते हैं और हानिकारक द्रव्यों का देह-भर में प्रसार रोकते हैं।

## अध्याय 4

### श्वसन-तन्त्र

ऑक्सीजन का अन्तर्ग्रहण तथा कार्बन डाई-ऑक्साइड का निष्कासन जीवन के लिए आवश्यक प्रक्रियाएँ हैं। श्वसन में ये दोनों प्रक्रियाएँ दो भिन्न स्तरों पर क्रियान्वित होती हैं। श्वसन का अधिक प्रकट रूप सास लेना या बाह्य श्वसन है, जिसमें देह द्वारा ऑक्सीजन का अन्तर्ग्रहण होता है और कार्बन डाई-ऑक्साइड का उत्सर्जन होता है। आंतरिक श्वसन, शरीर की कोशिकाओं द्वारा ऑक्सीजन के उपयोग और कार्बन डाईऑक्साइड के उत्पादन में कई रासायनिक प्रतिक्रियाएँ सम्मिलित होती हैं, जिसके मिलने से कोशिका का उपापचयन होता है। 'श्वसन' शब्द का अर्थ यदि दूसरे रूप में इंगित न किया जाए, तो हम इसे बाह्य श्वसन के ही रूप में लेंगे।

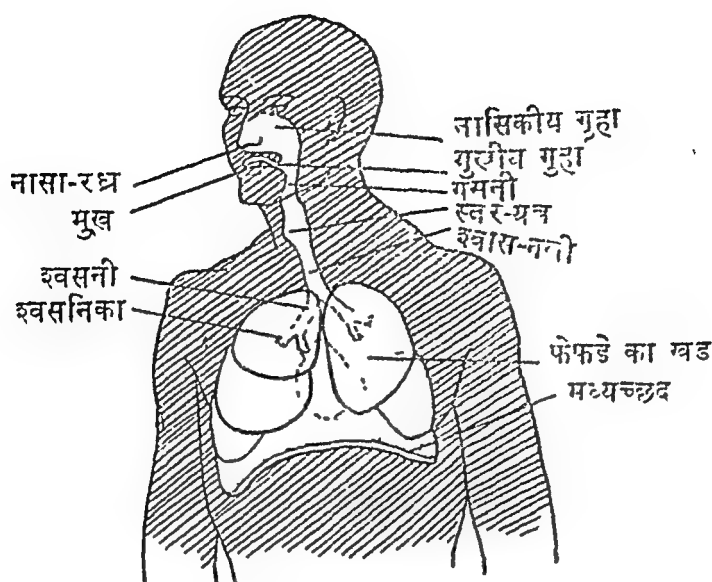
वायु हमारे फेफड़ों या फुफुसों में एकत्र होती है। फेफड़ों की पतली भित्तियों के आर-पार होकर विभिन्न गैसें रुधिर में विसरित तथा निष्कासित होती हैं। रुधिर इन गैसों को कोशिकाओं तक लेकर जाता और वापस ले आता है।

### श्वसनगों का शारीर

वायु नासारो या मुख द्वारा अंदर खींची जाती है और ग्रसनी में चली जाती है। ग्रसनी से मुख्य श्वसन-नली निकलती है, जो स्वर-यंत्र से आरम्भ होती है और स्वर-तंतुओं का पात्र या केन्द्र है। श्वसननली आगे चलकर श्वासनली में परिणत हो जाती है जिसका अन्त वक्षीय गुहा के समीप होता है (आकृति 12 देखिए)।

स्वर-यंत्र की भित्तियों में उपास्थियों की पट्टिकाएँ हैं, जो स्वर-तंतुओं के आधार का कार्य करती हैं। उपास्थि श्वास-नली में भी मौजूद है और इसका आकार अधूरे छल्लो जैसा होता है। ये छल्ले श्वास-नली को, उनके बिना वह जितनी दृढ़ होती, उससे दृढ़ बना देते हैं और उसे आसानी से ढहने से भी रोकते हैं। तथापि इन छल्लों का केवल तीन-चौथाई भाग ही पूर्ण होता है, जिससे कि श्वास-नली थोड़ी-बहुत कुचित की जा सकती है। श्वास-नली की भित्तियों में भी चिकनी पेशी होती हैं। सकोचक और विस्फारक तन्त्रिकाएँ पेशी को नियंत्रित करती और इसके द्वारा श्वास-नली के भीतरी व्यास को नियमित करती हैं। भित्तियों का एक अन्य मुख्य सरचक्का भाग लचीला ऊतक है (जो फेफड़े के ऊतक में भी विद्यमान है)। इसकी चर्चा हम श्वसन के प्रक्रम का अध्ययन करते समय करेंगे।

श्वास-नली अन्त में दो श्वसनियों या ब्रोंकियो में विभाजित हो जाती है, जिनमें से प्रत्येक एक-एक फेफड़े में जाती है। श्वसनिया और भी छोटी-छोटी तथा



**आकृति 12—श्वासन-तंत्र (इसमें पसलियां तथा भीतरी पेशिया नही दर्शाई गई है।)**

सूक्ष्म नलिकाओं—श्वासनियों (ब्रोकियालो) में विभक्त होती जाती हैं, जिनका अन्त वायु-नलियों में होता है। श्वासनी-भित्तिया श्वास-नली की भित्तियों के समान ही होती हैं। अतिमूक्ष्म श्वासनिकाओं में भित्तिया पतली होती जाती हैं और उनमें अब उपास्थि नहीं रहती।

ब्रोकियल नलिकाओं, श्वास-नली, ग्रसनी, स्वर-ग्रन्थि और नासिका-मार्ग के भागों के अन्दर की सतहों पर दंडिकाकार एपीथीलियम की हल्की परत होती है। इसकी कोशिकाएँ कई स्थानों पर परिवर्तित होकर ग्रन्थियाँ बनाती हैं, जो श्लेष्मा या एक जलीय तरल स्रवित करती हैं। ये स्त्राव श्वास के मार्ग को चिकना करते हैं और सतही कोशिकाओं के लिए एक आर्द्र वातावरण रखते हैं। दंडिकाकार कोशिकाएँ अपनी मुक्त सतह पर एक अतिसूक्ष्म, केश-जैसे प्रवर्धों, सीलिया, की उपस्थिति से और भी अधिक बदल जाती हैं। सीलिया की गति अविरल रूप से फेफड़ों के बाहर की ओर ही रहती है। अपनी गति द्वारा वे धूल-जैसे बाह्य द्रव्यों को बाहर की ओर फेंकती रहती हैं उन्हें फेफड़ों में नहीं जाने देती।

श्वासन (वृक्ष) की लघुतम शाखाएँ अनेकों छोटी-छोटी वायु-थैलियों में बंट जाती हैं, जिनकी भित्तियों में कई-कई उभार होते हैं। इन उभारों से छोटे-छोटे कक्ष या वायु-कोष्ठिकाएँ बनती हैं। जिनके नीचे चपटी इपीथीलियम कोशिकाओं की एक इकहरी परत होती है। फेफड़ों में अत्यधिक सख्या में रुधिर-वाहिकाएँ होती हैं और कोशिकाएँ वायु-कोष्ठिका भित्तियों से बिल्कुल मिली ही रहती हैं। इसलिए वायु-कोष्ठिका से रुधिर तथा रुधिर से वायु-कोष्ठिकाओं में जाने के लिए श्वासन-गैसों को केवल दो कोमल भित्तियों में से ही विसरित होना पड़ता है

(किसी-किसी स्थान पर वायु-कोष्ठिका भित्तिया नहीं होती, जिससे गैसों और रुधिर के बीच केवल एक ही दीवार की आड़ होती है) ।

### श्वस-क्रिया का प्रक्रम

अपने फेफड़ों में दाब कम करके हम उनमें वायु भर लेते हैं । हमारे सास भरने के साथ एक घटना-क्रम आरम्भ हो जाता है । वक्ष का आयतन बढ़ जाता है और वक्षीय गुहा तथा फेफड़ों में दाब गिर जाता है, जिसके कारण वायु अन्दर जाती है । सास छोड़ने पर इसके विपरीत घटनाएँ घटती हैं । वक्ष का आयतन घट जाता है, उपरिलिखित दाब बढ़ जाता है और हवा फेफड़ों के बाहर धकेल दी जाती है । ये घटनाएँ केवल इसी कारण सम्भव हो पाती हैं कि वक्षीय गुहा पूर्णतः बंद है और इसपर भी वह आयतन में घट-बढ़ सकती है । साधारणतया सास लेना या श्वसन एक सक्रिय और सास छोड़ना या उच्छ्वसन निष्क्रिय प्रक्रिया है । श्वसन में फेफड़ों की क्षमता में आगे से पीछे तक, एक सिरे से दूसरे सिरे तक और ऊर्ध्व तल में वृद्धि होती है । ऊर्ध्व तल में वृद्धि वक्षीय और उदर-गुहाओं के बीच की पेशीय भित्ति—मध्यच्छद—के कुचन द्वारा होती है । विश्राम की अवस्था में मध्यच्छद का आकार गुब्बे-जैसा होता है (आकृति 12 देखिये), किन्तु कुचन के समय यह चौरस होने लगता है यह गति ऊपर से नीचे तक वक्ष का आयतन बढ़ा देती है । इसी समय पसलियों के बीच की पेशियों (पर्शुकातर) का कुचन पसलियों को ऊपर और सामने की ओर सरका देता है । पसलियों की हरकत से वक्ष का आयतन आगे से पीछे की ओर (ऊपर की पसलियों की गति), और एक सिरे से दूसरे की ओर (नीचे की पसलियों की हरकत से) बढ़ जाता है ।

वक्ष के आयतन में वृद्धि के कारण फेफड़े फैलते हैं और वायु अन्दर खिंच जाती है । आइए, अब हम इसके प्रक्रम का पता चलाएँ । जन्म के समय फेफड़ों में वायु नहीं होती और वे पिचकी हुई दगा में होते हैं । लेकिन उसी समय वक्ष फैलता है और फेफड़ों तथा वक्षीय भित्ति के बीच के अवकाश में दाब गिर जाता है (यदि किसी तंत्र में और कोई परिवर्तन नहीं होता, तो आयतन में वृद्धि के साथ दाब गिर जाता है) । फेफड़ों के बाहर दाब में कमी आने से वे फूल जाते हैं । चूँकि अब फेफड़ों के भीतर का आयतन बढ़ जाता है, इसलिए उनके भीतर का दाब कम हो जाता है । फेफड़ों के अन्दर का दाब वायुमण्डल के दाब से कम होने के साथ वायु तेजी से श्वस-मार्ग से होती हुई फेफड़ों में आ जाती है ।

इस वायु-प्रवेश के पहले क्षण से जीवन के अन्त तक फेफड़े कभी भी पूरी तरह से नहीं पिचकते और वक्षीय गुहा के अपने भाग को बेलगभग पूरी तरह भरे रहते हैं । इस प्रकार फेफड़ों और वक्षीय भित्ति के बीच का अवकाश—अन्तर्-वक्षीय गुहा नाम को ही एक गुहा है—वास्तव में इसमें फेफड़ों और वक्षीय भित्तियों के बीच तरल की एक पतली परत के अलावा और कुछ नहीं होता, तथापि

वक्षीय भित्ति जब-जब फैलती है, तो फेफड़े लचीले होने के कारण इस प्रसार का विरोध करते हैं। फैलती हुई वक्षीय भित्ति तथा अपने ही प्रसार का विरोध करती फुफ्फुसीय भित्ति का संयोग, अन्तर्वक्षीय गुहा में दाब कम कर देता है।

साधारण उच्छ्वसन प्रव्यसन के समय होने वाले परिवर्तनों के विपरीत हो जाने पर होता है। प्रव्यसनीय गति उत्पन्न करने वाली पेगिया मिश्रित हो जाती है, जिससे मध्यच्छद के ऊपर उठने और पसलियों के अपनी विधामावस्था में वापस आने के साथ-साथ वक्ष का आयतन कम हो जाता है। अन्तर्वक्षीय दाब बढ़ जाता है। फेफड़े अपने ही प्रत्यास्थ (लचीले) ऊतकों के खिंचाव के कारण छोटे हो जाते हैं। फुफ्फुस-आयतन के कम हो जाने से फेफड़ों के भीतर का दाब वायुमंडलीय दाब से बढ़ जाता है क्योंकि फेफड़ों की भित्तियाँ अन्दर की वायु को किसी हद तक भीचती हैं। अब चूँकि फेफड़ों के भीतर का दाब वायुमंडलीय दाब से अधिक होता है, इसलिए उनके अन्दर की वायु बाहर उच्छ्वसित हो जाती है।

जब हम सांस को जोर लगाकर बाहर निकालते हैं, तो इन प्रक्रिया में कुछ पेगियों का कुचन सहायक होता है। उदर की भित्ति की पेगिया कुचन होती हैं और उदरीय अंगों को दबाती हैं, जो फिर मध्यच्छद को ऊपर धकेलती हैं, जिसके कारण उसका उभार जल्दी हो जाता है। अन्य पर्युक्तातर पेगियाँ कुचन होती हैं और पसलियों को नीचे तथा पीछे की तरफ ले जाती हैं। ये अंत्योक्त पेगीय गतियाँ सामान्य गुरुत्वाकर्षण में योग देती हैं और इस प्रकार ये परिवर्तनों की रफ्तार और विस्तार बढ़ा देती हैं। इन अधिक सक्रिय घटनाओं का परिणाम यह होता है कि वक्षीय गुहा का आयतन साधारण परिस्थिति की अपेक्षा अधिक कम हो जाता है। प्रतिक्रियास्वरूप फेफड़े तीव्रतर प्रत्यास्थ—प्रकुचन—करते हैं, फलतः वायु को अधिक तेजी और अधिक बल से निष्कासित कर देते हैं।

जैसा कि हमने ऊपर कहा है, अन्तर्वक्षीय गुहा में वस तरल की एक पतली परत ही होती है। यदि किसी प्रकार इस अवकाश में अधिक तरल या कुछ हवा घुस जाये तो ध्वसन अवरोध या बन्द हो जाएगा। यह इसलिए होता है कि अन्तर्वक्षीय दाब बढ़ जाता है और फेफड़ा एक इस हद तक पिचक जाता है कि जो इस बात पर निर्भर करती है कि दाब कितना अधिक है। ऐसी परिस्थिति आकस्मिक घटनाओं के कारण (जैसे चाकू या गोली का घाव), या किसी रोग के कारण (जैसे फुफ्फुसावरण या प्लूरा की सूजन और उसमें तरल का जमा हो जाना, या गुहा में रुधिर-स्राव होना इत्यादि) उत्पन्न हो सकती हैं।

तथापि चिकित्सक इस घटना का अच्छा उपयोग कर सकते हैं। यदि एक फेफड़ा संक्रांत हो जाये, तो उसके अच्छा होने में इस बात से अधिक सहायता मिलती है कि वह गतिहीन बना दिया जाये। चूँकि प्रत्येक फेफड़ा दूसरे फेफड़े के अलग कक्ष में होता है और वह उससे झिल्लियों तथा हृदय को स्थान देने वाले अवकाश द्वारा पृथक् रहता है, इसलिए अन्तर्वक्षीय गुहा के एक पक्ष में इंजेक्शन द्वारा हवा भरना संभव है। दाब में वृद्धि से फेफड़ा अपनी वायु बाहर निष्कासित

कर देता है और पिचक जाता है। जब तक बाहर का दाब फेफड़े के भीतर के दाब से अधिक रहता है, वह पिचका ही रहता है। कुछ अवधि के बाद गुहा के भीतर की हवा रुधिर में विलय हो जाती है, फिर भी यदि फेफड़े को पिचकी अवस्था में ही रखना वाछनीय हो तो इसी उपचार को दुहराया जाता है।

फुफुसीय सङ्क्रमण का एक महत्वपूर्ण रूप फेफड़ों का क्षय या तपेदिक है। क्षय एक विशेष प्रकार के बैक्टीरिया द्वारा उत्पन्न रोग है, जो देह के किसी भी अङ्ग में जम सकता है। लेकिन अधिकतर सङ्क्रमण का स्थान फेफड़े ही रहते हैं।

**कृत्रिम श्वसन**—श्वासावरोध या आघात की अवस्थाओं में, जब स्वचलित श्वसन रुक जाता है, कृत्रिम श्वसन तुरन्त प्रारम्भ कर देना चाहिए और तब तक जारी रखना चाहिए कि जब तक या तो रोगी फिर स्वाभाविक ढंग से सास न लेने लगे या चिकित्सक आकर उसे संभाल न ले। कृत्रिम श्वसन के लिए 'पीठ पर दाब देकर बाहे ऊपर उठाने' का तरीका बहुत ही प्रभावी और सीखने में सुगम है। रोगी को पेट के बल लिटा देते हैं, कुहनिया मोड़ देते हैं, हाथ एक-दूसरे के ऊपर रख देते हैं, चेहरे का एक भाग हाथ के ऊपर रहता है, मुँह खुला और जीभ बाहर रहती है। कृत्रिम श्वास दिलाने वाला अपने घुटने रोगी के सिर को बीच में रखते हुए, उसके कन्धों के करीब टिका देता है और अपने हाथ उसके कन्धों के ऊपर रखता है। उसकी उंगलिया फैली हुई होती हैं और अंगूठे रीढ़ की ओर होते हैं। अब बाहे सीधी रखकर अपने शरीर को आगे दवाकर रोगी की पीठ पर जोर देने से उच्छ्वसन कराया जा सकता है। प्रश्वसन दो अवस्थाओं में पूरा किया जा सकता है : पहली, पीठ पर दाब कम करके (बिना धक्का दिये हुए), और दूसरी, पीछे हटते समय रोगी की बांहों को ऊपर की ओर अपनी तरफ खींचकर। इस ऊपर खींचने की क्रिया में बाहे कुहनी के ऊपर पकड़ी जाती है और तब तक खींची जाती है कि जब तक कन्धों का अवरोध पूरा-पूरा महसूस न होने लगे। अब बाहे छोड़ दी जाती है और यह चक्र हर-एक मिनट में बारह बार दुहराया जाता है। पुरानी शाफेर-पद्धति की अपेक्षा यह नया तरीका फेफड़ों में अधिक हवा पहुंचाता है।

यदि दीर्घकालिक कृत्रिम श्वसन की आवश्यकता हो, जैसा कि बाल पक्षाघात या पोलियो के मामलों में होता है, तो यंत्रों से काम लिया जा सकता है। इस यंत्र को 'लोहे का फेफड़ा' कहते हैं। लोहे का फेफड़ा देह के बाहर बारी-बारी से दाब कम या ज्यादा करके बारी-बारी से वक्षीय भित्ति का प्रसार तथा कुचन उत्पन्न करता है।

**प्रश्वसित और उच्छ्वसित वायु की रचना**—हमारे आसपास की वायु कई गैसों का मिश्रण है। नाइट्रोजन समस्त वायु का लगभग 79 प्रतिशत है। ऑक्सीजन का भाग 20 प्रतिशत और कार्बन डाई-ऑक्साइड का 0.04 प्रतिशत है। शेष भाग जलवाष्प तथा अन्य विरल गैसों का है। उच्छ्वसित वायु में नाइट्रोजन तथा विरल गैसों का प्रतिशत लगभग उतना ही रहता है, लेकिन दूसरी गैसों के अंश में उल्लेखनीय परिवर्तन आ जाता है। ऑक्सीजन अब कुल के केवल



16 प्रतिशत के लगभग ही रह जाती है, कार्बन डाई-ऑक्साइड का आयतन बढ़कर 4 प्रतिशत हो जाता है और वायु वाष्प से लगभग सन्तृप्त हो जाती है।

सबसे महत्वपूर्ण श्वसनीय परिवर्तन ऑक्सीजन-अंश में प्रतिशत की कमी और कार्बन डाई-ऑक्साइड के आयतन में इतनी ही वृद्धि है। इससे यह स्पष्ट है कि प्रश्वसित वायु की सभी ऑक्सीजन रुधिर द्वारा ग्रहण नहीं कर ली जाती और इसलिए इस उच्छ्वसित वायु में कुछ समय तक कण्ट का अनुभव किए बिना बार-बार सास लिया जा सकता है।

रुधिर का श्वसन से संबंध—फेफड़ों तक अनेवाले रुधिर में वायु-कोण्टिकाओं में निःश्वसित वायु में विद्यमान वायु की अपेक्षा कम ऑक्सीजन होती है, पर कार्बन डाईऑक्साइड की मात्रा अधिक होती है। चूँकि फेफड़ों की कोण्टिकाओं तथा वायु-कोण्टिकाओं की भित्तियाँ अत्यधिक पतली होती हैं, जिनको ये गैसें तुरन्त भेदकर रुधिर के अन्दर-बाहर आ और जा सकती हैं, इसलिए ऑक्सीजन आसानी के साथ हवा से रुधिर में और कार्बन डाईऑक्साइड रुधिर से हवा में आ जाती है। रुधिर और ऊतक-कोण्टिकाओं में इस हस्तांतरण के विनशुल विपरीत क्रिया होती है।

वायु-कोण्टिकायिक वायु में ऑक्सीजन-सांद्रण रुधिर की अपेक्षा अधिक होता है, इसलिए वायु-कोण्टिकाओं से वह फुफ्फुसीय कोण्टिकाओं के रुधिर में चली जाती है। रुधिर में घुसते ही यह प्लाज्मा में विलीन हो जाती है। लेकिन प्लाज्मा अपेक्षाकृत बहुत कम ऑक्सीजन को गचित रख सकता है। प्लाज्मा में घुसनेवाली अधिकांश ऑक्सीजन लाल कोशिकाओं की भित्तियों को भेदकर हीमोग्लोबिन के साथ संयुक्त होकर एक शिथिल मेल बना लेती है। वास्तव में रुधिर में आई हुई 11 प्रतिशत ऑक्सीजन ऑक्सी-हीमोग्लोबिन की अवस्था में ही रहती है। जब ऑक्सीजन-सिक्त रुधिर ऊतकों तक परिवहित किया जाता है, तो यह अपनी कुछ ऑक्सीजन ऊतक-तरल और ऊतक-कोशिकाओं को दे देता है। ऊतक-तरल और ऊतक-कोशिकाओं को ऑक्सीजन की सदैव आवश्यकता रहती है, क्योंकि उन्हें रासायनिक क्रियाएँ करनी पड़ती हैं और इसी कारण उनका ऑक्सीजन-सांद्रण रुधिर की अपेक्षा बहुत कम होता है। एक बार फिर ऑक्सीजन उच्च सांद्रण से न्यून सांद्रण के क्षेत्र में जाती है—रुधिर से (यह हीमोग्लोबिन के संयोग से मुक्त कर दी जाती है) ऊतक-तरल और उससे कोशिकाओं तक।

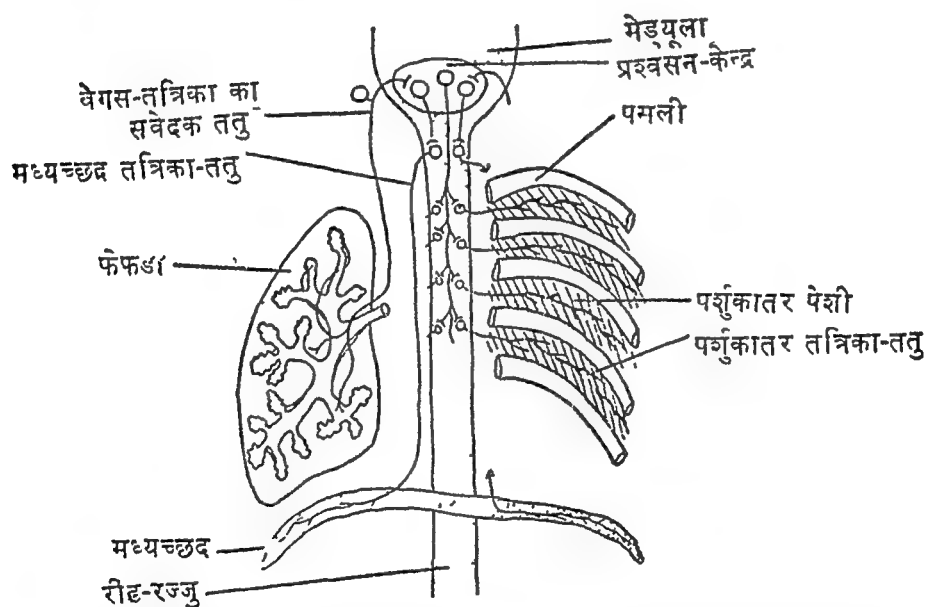
इसके विपरीत, कार्बन डाई-ऑक्साइड अविरल रूप से ऊतक-कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न की जाती है और कोशिकाओं में इसका सांद्रण रुधिर की अपेक्षा अधिक होता है। इसलिए यह कोशिकाओं से ऊतक-तरल और ऊतक-तरल से रुधिर में चली जाती है। घुली हुई गैस के रूप में इसकी अपेक्षाकृत थोड़ी ही मात्रा ले जाई जाती है। इसका परिवहन मुख्यतः प्लाज्मा-द्रव्यो के संयोग में, और किसी कम सीमा तक हीमोग्लोबिन में होता है। फुफ्फुस-ऊतक में प्रवेश करने पर कार्बन डाईऑक्साइड-सिक्त रुधिर अपनी गैस का एक बड़ा अंश वायु-कोण्टिकाओं की

वायु को दे देता है ।

इस प्रकार हम देखते हैं कि ऑक्सीजन का अंतर्ग्रहण तथा कार्बन डाई-ऑक्साइड का निष्कासन—दोनों ही—के लिए रुधिर फेफड़ों और ऊतक-कोशिकाओं के बीच एक महत्वपूर्ण 'विचौलिया' है ।

## श्वसन का नियन्त्रण

हृदय की धड़कन के विपरीत श्वसन पर एक सीमा तक ऐच्छिक नियंत्रण किया जा सकता है । लेकिन अधिकतर यह पूरी तालवद्धता के साथ तथा स्वचलित ढंग से चलता रहता है । विश्राम की अवस्था में इसमें अधिकांश में श्वसन की गति औसतन सोलह से अठारह श्वास प्रतिमिनट होती है । श्वसन की संख्या और उसकी गहराई में भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में बड़ा भेद हो सकता है । ये परिवर्तन क्योंकर होते हैं और यह स्वचलन किस पर आश्रित है ?



**आकृति 13—**तंत्रिकायिक नियंत्रण और श्वसन का कार्यप्रदर्शी आरेख .  
मरलता के लिए केवल एक फेफड़ा और एक ही ओर की पसलियां तथा पशुकातर पेशिया दिखाई गई हैं ।

**श्वसन-केन्द्र—**मस्तिष्क की अंतस्था (मेड्यूला) तंत्रिकायिक कोशिका-पिंडों के प्रश्वसन और उच्छ्वसन केन्द्र नाम के दो समूह हैं । मस्तिष्क के पौंस में एक तीसरा केन्द्र भी है, जो श्वसन पर प्रभाव डालता है । सुविधा के लिए आकृति 13 में केवल प्रश्वसन-केन्द्र ही दिखाया गया है । प्रश्वसन-केन्द्र हर प्रश्वसन के लिए उत्तरदायी है, दूसरे दो केन्द्र सम्मिलित रूप से प्रश्वसन-केन्द्र की क्रिया रोकते हैं और फलतः उच्छ्वसन की क्रिया में योग देते हैं ।

प्रश्वसन-केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाएं या न्यूरोन अपने तन्त्रिका-तन्तुओं द्वारा आवेश भेजती हैं, जो मेरु-रज्जु की तन्त्रिका-कोशिकाओं तक पहुंच जाते हैं। ये स्वयं उत्तेजित होकर मध्यच्छदायिक तथा पर्शुकातर पेशियों को आवेश भेजती हैं। विशेषतया, मेरु-रज्जु के ग्रीवा-भाग के दोनों तरफ स्थित तन्त्रिका-कोशिकाएं उन तन्त्रिकायिक तन्तुओं को जन्म देती हैं, जिनसे मध्यच्छद-तन्त्रिकाएं बनती हैं (तन्त्रिका तन्त्रिका-तन्तुओं का सग्रह होती है)। इनमें से प्रत्येक वक्षीय गुहा के बीच से होती हुई जाती है और मध्यच्छद को आवेशित करती है। पर्शुकातर तन्त्रिकाएं मेरु-रज्जु के वक्षीय क्षेत्र के दोनों तरफ की तन्त्रिका-कोशिकाओं से निकलती हैं और पर्शुकातर-पेशियों को चली जाती हैं।

प्रश्वसन तभी हो सकता है जब प्रश्वसन-केन्द्र से आवेश इन प्रश्वसन-पेशियों को भेज दिए जाए। उच्छ्वसन इन आवेशों के समाप्त हो जाने और इन पेशियों के शिथिलन से उत्पन्न होता है।

श्वसन की तालबद्धता—जब स्वचलित श्वसन अविरल रूप से चल रहा होता है, तो रासायनिक तथा तन्त्रिकायिक कारक अपनी अंतर्क्रिया से प्रश्वसन तथा उच्छ्वसन का तालबद्ध एकांतरण उत्पन्न करते हैं। प्रश्वसन अधिकांशतः रासायनिक रूप से नियंत्रित होता है और उच्छ्वसन तन्त्रिकायिक रूप से।

प्रश्वसन-केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाएं रुधिर में प्रवहमान कार्बन डाई-ऑक्साइड से सीधी सवेदित होती हैं। जब भी कभी कार्बन डाईऑक्साइड रुधिर में एक निश्चित सांद्रण प्राप्त कर लेती है, तो ये तन्त्रिका-कोशिकाएं आवेश भेजने के लिए सक्रिय कर दी जाती हैं। इसके बाद का प्रश्वसन कुछ कार्बन डाई-ऑक्साइड को रुधिर से वायु-कोष्ठिकाओं की हवा में विसरित होने और रुधिर में कार्बन डाईऑक्साइड का स्तर कम करने का अवसर दे देता है।

प्रश्वसन-प्रक्रिया अपने ही अवरोध के लिए प्रक्रमों को दो प्रकार से सक्रिय कर देती है। जैसे-जैसे फेफड़े फूलते जाते हैं, उनके विस्तार से वायुकोष्ठिका की भित्तियों में ग्रीहीता उत्तेजित हो जाते हैं। ग्रीहीता कुछ आवेश उत्पन्न करते हैं, जो वागी तन्त्रिकाओं के सवेदी तन्तुओं पर चलकर उच्छ्वसन-केन्द्र तक चले जाते हैं। इस केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाएं फिर अपने आवेश भेजती हैं, जो प्रश्वसन-केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाओं को अवरोध कर देते हैं और उनका निरावेश रोक देते हैं। साथ-ही-साथ प्रश्वसन-केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाओं ने, आरंभ में निरावेशित होते समय न केवल मेरु-रज्जु को ही, वरन् पोटीन-केन्द्र को भी आवेश भेजे थे। पोटीन-केन्द्र की तन्त्रिका-कोशिकाएं उच्छ्वसन-केन्द्र को आवेश भेजती हैं, जिनका कार्य हम अभी बतला चुके हैं। उच्छ्वसन-केन्द्र का इस प्रकार दो सूत्रों द्वारा उत्तेजित किया जाना प्रश्वसन-केन्द्र की क्रिया का इतना समुचित अवरोध कर देता है, कि प्रश्वसन बढ़ होकर उच्छ्वसन प्रारंभ हो जाए। जैसे ही फेफड़े कुचित होना शुरू करते हैं और प्रश्वसन-केन्द्र का निरावेश बन्द होता है, उच्छ्वसन-केन्द्र की क्रिया धीमी पड़ने लगती है। साथ ही, कोशिका-उपाप-

चयन द्वारा अधिक कार्बन डाई-ऑक्साइड की उत्पत्ति के कारण रुधिर में उसके वर्द्धित सांद्रण के संयोग से प्रश्वसन की परिस्थितियाँ फिर पैदा हो जाती हैं और यह चक्र फिर से चलने लगता है।

प्रयोग द्वारा यह दिखाया जा चुका है कि वागी तन्त्रिकाओं को काट देने से श्वसन की गति धीमी पड़ जाती है। दूसरे शब्दों में, उच्छ्वसन-केन्द्र की सक्रियता में कमी प्रश्वसन-केन्द्र को अधिक समय तक निरावेशित होते रहने का अवसर देती है। यदि अब उच्छ्वसन और पोटीन-केन्द्रों के बीच के सम्बन्ध भी काट दिए जाएँ, तो भी प्रश्वसन अवरुद्ध नहीं होता और प्राणी प्रश्वसन में ही मर जाता है (क्योंकि श्वसन अब तालवद्धता के साथ नहीं चल पाता)।

नियन्त्रण के विशेष साधन—प्रतिवर्तों द्वारा श्वसन को शरीर की तात्कालिक आवश्यकताओं के अनुरूप अनेक संवेदन-तन्तुओं द्वारा प्रभावित किया जा सकता है। अतःस्था के सभी महत्त्वपूर्ण केन्द्रों की भाँति श्वसन-केन्द्र भी वातावरण के परिवर्तनों के अनुसार अपनी क्रिया बदल सकते हैं। इसके साथ ही इसे अपनी इच्छा से भी बदला जा सकता है, इसलिए मस्तिष्क के उच्च केन्द्र श्वसन-केन्द्र को आदेश भेज सकते हैं। किंतु ऐच्छिक नियन्त्रण प्रतिवर्ती या रासायनिक नियन्त्रण की जगह पूर्णतः नहीं ले सकता। उदाहरण के लिए, किसी चीज को निगलते समय साँस लेने का प्रयत्न कीजिए (निगलने की क्रिया अपने-आप ही श्वसन रोक देती है), या अपनी श्वास अनिश्चित अवधि तक के लिए रोकें रखिए (बढ़ते हुए कार्बन डाई-ऑक्साइड के स्तर को दबाते हुए)।

आपको यह बात असंगत तो लगेगी कि श्वसन के नियन्त्रण के लिए ऑक्सीजन की अपेक्षा कार्बन डाई-ऑक्साइड का सांद्रण अधिक महत्त्वपूर्ण है, लेकिन प्रयोगों द्वारा यह स्पष्ट रूप से निश्चित किया जा चुका है। उदाहरण के लिए, एक ऐसे कक्ष में साँस का प्रश्वसन तथा उच्छ्वसन करने पर कि जिसमें से उच्छ्वसित वायु की कार्बन डाईऑक्साइड घुसने के साथ निकाल दी जाती है, श्वसन पर तब तक कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता जब तक कि ऑक्सीजन-सांद्रण बहुत कम न हो जाए। इसके विपरीत 95 प्रतिशत ऑक्सीजन और 5 प्रतिशत कार्बन डाईऑक्साइड के मिश्रण में साँस लेने पर उपलब्ध ऑक्सीजन की अधिकता के बावजूद श्वसन की गति और गहनता उल्लेखनीय रूप से बढ़ जाती है। कार्बन डाईऑक्साइड-स्तर के महत्त्व का एक और व्यावहारिक उदाहरण अपनी साँस रोकना है। हमारा विश्वास है कि कार्बन डाईऑक्साइड-सांद्रण के एक स्तर तक पहुँच जाने पर श्वास रोकना असम्भव हो जाता है। यदि हम साँस रोकने से पहले ही कार्बन डाईऑक्साइड का स्तर गिरा सकें (इस प्रकार उल्लेख्य स्तर प्राप्त करने का समय बढ़ा दें), तो हम साँस रोकने की अवधि बढ़ा सकते हैं। बहुत तेज तथा गहरी साँस लेकर हम रुधिर में कार्बन डाई-ऑक्साइड का स्तर कम कर सकते हैं, इस प्रकार के वलात् श्वसन के दौरान उच्छ्वसित वायु के जरिये इससे ज्यादा कार्बन डाई-ऑक्साइड निकल जाती है, जितनी कि ऊँतकों से रुधिर में आ

सकती है। बलात् श्वसन के बाद सांस अधिक देर तक रोकी जा सकती है। गोताखोर लोग अधिक देर तक पानी के नीचे रहने के लिए इस घटना का लाभ उठाते हैं।

जब ऑक्सीजन का स्तर काफी नीचा होता है, तो श्वसन की गति बढ़ जाती है, लेकिन ऐसा श्वसन-केन्द्रों पर सीधी क्रिया द्वारा नहीं होता (वास्तव में निम्न ऑक्सीजन-स्तर श्वसन-केन्द्रों को शिथिल कर देता है)। कुछ रुधिर-वाहिकाओं में ऐसे ग्रहीता होते हैं जो अति न्यून ऑक्सीजन-स्तर के प्रति बढ़े संवेदी होते हैं और प्रतिवर्ती क्रिया द्वारा श्वसन-केन्द्रों की क्रिया को तेज कर देते हैं। तथापि यह उल्लेखनीय है कि यह कोई स्वाभाविक दैनिक प्रतिक्रिया नहीं है बल्कि एक प्रक्रम है, जो आकस्मिक परिस्थितियों में काम आने के लिए हरदम तैयार रहता है।

### श्वसन-तन्त्र के दूसरे कार्य और गतिविधियाँ

छीकना और खासी—ये प्रतिवर्ती क्रियाएँ हैं और नासिका-गुहाओं की आंतरिक परतों की उत्तेजना या श्वास-नलिका के नीचे के क्षेत्रों के क्षोभण के कारण उत्पन्न होती हैं। क्षोभकों को निकाल फेंकना ही इनका कार्य है। दोनों ही एक लघु-प्रश्वसन से प्रारम्भ होते हैं और इसके बाद स्वर-तन्तुओं का कुचन होता है (जिससे फेफड़े बाहर से बन्द हो जाते हैं) और फिर एक शक्तिशाली उच्छ्वसन। श्वास-मार्ग के बन्द हो जाने से जैसे ही उच्छ्वसन प्रारम्भ होता है, फेफड़ों के भीतर दाब बढ़ जाता है। इसके बाद स्वर-तन्तु अलग हो जाते हैं और वायु का एक तेज झोका क्षोभकों को नासिका या मुख के बाहर फेंक देता है।

जमुहाई, उसास तथा हिचकी—ये श्वसन-प्रतिवर्त हैं। इनका महत्त्व तथा इन्हें उत्पन्न करनेवाले उद्दीपनों के बारे में अभी तक ज्ञात नहीं है। जमुहाई एक परोक्ष परिवहन प्रतिवर्त भी हो सकता है, जो रुधिर-परिवहन को उत्तेजित करने के काम आता है। यह बात, कि जमुहाई के बाद शरीर में तनाव आ जाता है, इसी निष्कर्ष की पुष्टि करती है।

बोलना और गाना—उच्चारित ध्वनियाँ स्वर-तन्तुओं के स्पन्दन से उत्पन्न होती हैं। ये तन्तु उच्छ्वसित वायु द्वारा सक्रिय किए जाते हैं। ध्वनि का गुण स्वर-तन्तुओं के तनाव पर निर्भर करता है और यह एक ऐसी दशा है कि जिसे हम अपनी इच्छा से परिवर्तित या निश्चित कर सकते हैं। यह भी प्रकट है कि मानविक वाणी की क्षमता के अनुरूप भाति-भाति के उतार-चढ़ाव तथा निरन्तरता को बनाए रखने के लिए हमें स्वेच्छा से श्वसन-क्रिया का नियंत्रण करना चाहिए।

शिर-विवर—ललाट और ऊर्ध्वहनु अस्थियों में (आकृति 20 देखिये) वायु से भरे कुछ विवर हैं, जिन्हें ललाट-विवर तथा ऊर्ध्वहनु-विवर कहते हैं। इन विवरों का कार्य अभी तक अज्ञात है। हमसे बहुतों को तो उनका

का भान भी नहीं होता, पर साइनस या साइनसाइटिस रोग हो जाने पर हममें से कुछ को इनकी उपस्थिति का बड़ा तीखा आभास मिल जाता है।

सिर के विवरों के भीतर एक पतली झिल्ली का अस्तर होता है और ये पतले मार्गों द्वारा ऊपरी नासा-गुहाओं से जुड़े होते हैं। कभी-कभी इन मार्गों से कीटाणु विवरों में आ जाते हैं और दाह या सड़पण पैदा कर देते हैं।

रुधिर और लसीका-प्रवाह को सहायता देना—अध्याय तीन में हम देख चुके हैं कि श्वसन-क्रियाएँ शिरागत रुधिर और लसीका के प्रवाह में सहायक होती हैं। यह सहायता अतर्वक्षीय और उदरीय गुहाओं के भीतर के दाव-परिवर्तनों के कारण सम्भव हो पाती है। श्वसन के समय अतर्वक्षीय गुहा में दाव गिर जाता है, किन्तु उदरीय गुहा में बढ़ जाता है (मध्यच्छद के गिरने के कारण, जो एक हृद तक उदरीय अंगों पर दाव डालता है)। अपेक्षाकृत पतली भित्ति वाली शिराएँ और लसीका-वाहिकाएँ दाव-परिवर्तनों के कारण वक्ष में फैल जाती हैं और उदर में दब जाती हैं। उच्छ्वसन के समय इन प्रभावों का क्रम उलट जाता है, क्योंकि दाव विपरीत दिशा में चले जाते हैं। जब वाहिकाएँ फैल जाती हैं, तो उनमें नीचे से अधिक रुधिर और लसीका प्रवेश करते हैं और जब वे दबाई जाती हैं, तो रुधिर ऊपर धकेल दिया जाता है। पम्प करने की यह सहायक क्रिया (हर श्वसन के समय) रुधिर को हृदय में लौटने में और लसीका को रुधिर में लौटने में काफी सहायता पहुँचाती है।

## अध्याय 5

### पाचक तन्त्र

ईधन, वृद्धि और ऊतको की मरम्मत के लिए आवश्यक तीन आहारीय पोषक कार्बोहाइड्रेट, वसाएँ तथा प्रोटीन हैं। कार्बोहाइड्रेटों के सरलतम प्रकार 'सरल शर्कराएँ' कहलाते हैं (जैसे ग्लूकोज या ग्लूरी शर्कर, फ्रक्टोज या फल-शर्करा, जिससे कई फल अपनी मिठास प्राप्त करते हैं)। सरल शर्कराओं की दो इकाइयाँ मिलकर एक द्विगुण शर्करा का निर्माण कर सकती हैं, जैसे इक्षुशर्करा या सुक्रोज या चीनी, लैक्टोज या दुग्ध-शर्करा, माल्टोज या यव (माल्ट) शर्करा, या सरल शर्कराओं की कई इकाइयाँ मिलकर अधिक जटिल कार्बोहाइड्रेट बना सकती हैं, जैसे मांड या स्टार्च वसाएँ ग्लिसरोल और वसीय अम्लों की बनी होती हैं। प्रोटीन, जो सभी रासायनिक द्रव्यों में सबसे अधिक जटिल है, एमीनो अम्लों की अति दीर्घ श्रृंखलाओं से बनते हैं। प्रोटीन और एमीनो अम्लों के बीच की प्रकृतिवाले द्रव्य अपनी जटिलता के क्रम से 'पेप्टाइड', 'पेप्टोन' और 'प्रोटिओज' कहलाते हैं।

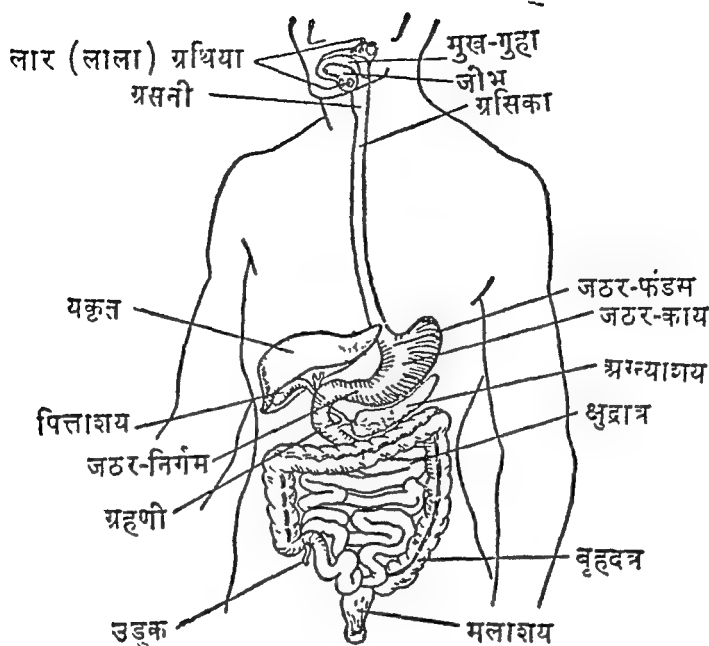
चूँकि कार्बोहाइड्रेट, वसाएँ तथा प्रोटीन इतने जटिल पदार्थ हैं कि जिस रूप में वे खाये जाते हैं, उसी रूप में देह के काम नहीं आ सकते, इसलिए पाचनतन्त्र का मुख्य कार्य उन्हें तोड़कर ऐसे सरलतम द्रव्यों के रूप में ले आना है कि जो दैहिक तरलों में अवशोषित हो सकें।

### पाचक अंगों का शारीर

आहार मुख से निगला जाता है और फिर वह ग्रसनी से होता हुआ ग्रसिका या ग्रास-नली, जठर या ग्रामाशय तथा क्षुद्रांत्र इत्यादि में जाता है। ग्रामाशय और क्षुद्रांत्रों में पचनीय पदार्थ खंडित कर दिया जाता है। पाचन के उत्पादन क्षुद्रांत्र में अवशोषित हो जाते हैं। अवशेष वृहदंत्र तथा मलाशय में से गुजरकर गुदा द्वारा निष्कासित हो जाता है।

मुख में श्लेष्मक भिल्ली की एक परत होती है, जिसे 'श्लेष्मल भिल्ली' या 'श्लेष्मा' अथवा 'म्यूकोसा' कहते हैं। यह श्लेष्म से स्नेहित रहती है, जो इसकी असंख्य सूक्ष्म ग्रंथियों से स्रवित होता है। 32 दात अस्थीय अंग हैं, जो काटने ('छेदक') या चवाने ('चर्वणक') आदि के लिए उपयुक्त होते हैं और जो अन्त-ग्रंहीत खाद्य को निगलने के लिए तैयार करने के काम आते हैं। दातों पर एनेमल या दंतवेष्ट की एक पतली बाहरी परत होती है जो सामान्यतः क्षयकारी कारकों के लिए अभेद्य होती है, लेकिन इस बात के कई प्रमाण हैं कि भोजन में मिठाइयों (शर्करा) की अधिक मात्रा एनेमल को भेद देती है और दन्त-क्षय करती है।

दातों और पेगीय जिह्वा का चवाने में महत्वपूर्ण स्थान है। जीभ भोजन की



### आकृति 14—पाचन-तंत्र का आरेख

पाचक क्षेत्र की यात्रा का आरम्भ करती है। मुख में आनेवाली अधिकांश लार लाला-ग्रंथियों की तीन जोड़ियों से स्रवित की जाती है। ग्रंथीय कोशिकाएँ छोटी-छोटी वाहिनियों में लार स्रवित करती हैं, जो मिलकर बड़ी वाहिनियाँ बनाती हैं और अन्त में एक या दो महावाहिनियों में परिवर्तित हो जाती हैं, जो तरल को मुखीय गुहा में ले जाती हैं।

मुख्य आहार-नाल के सभी भागों का आधारभूत ढाँचा यही है। हर भाग अनिवार्यतः चौपरती भित्तियों की बनी एक नलिका है। ल्यूमेन या गुहा से लेकर बाहर की ओर की ये परतें क्रमशः 'श्लेष्मा' या 'म्यूकोसा' 'आन्तरिक संयोजी ऊतकीय परत' 'पेशीय परत' तथा 'बाह्य संयोजी ऊतकीय परत' हैं (आकृति 15 देखें)। इन परतों के रूपांतरण विभिन्न भागों के कार्यों से सहसम्बन्धित किए जा सकते हैं।

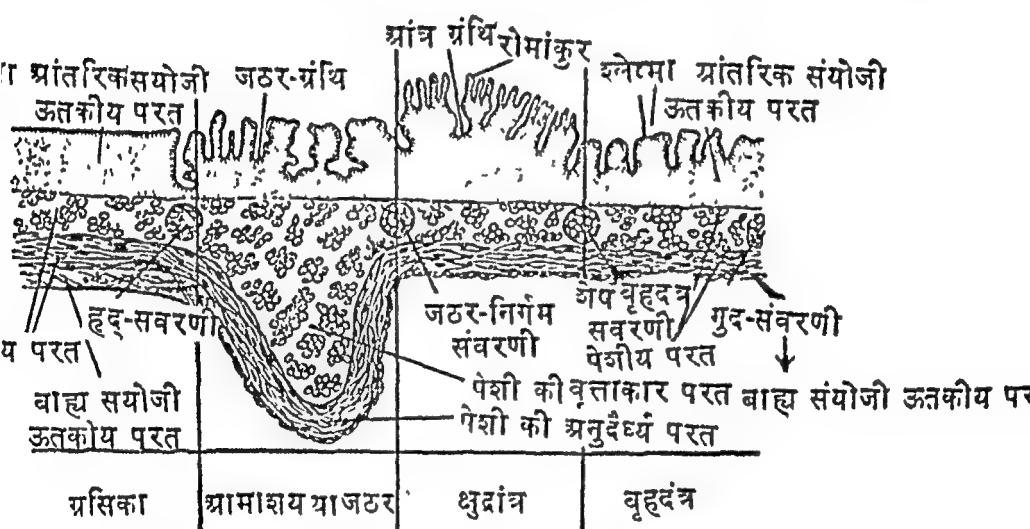
श्लेष्मा या म्यूकोसा—ग्रासनली या ग्रसिका में श्लेष्मा मुख्यतः बहुपरतीली इपीथेलियम का बना होता है। अधिक घर्षणवाले अंगों में अधिकतर इसी प्रकार का श्लेष्मा पाया जाता है। आमाशय और आंतों में सभी जगह श्लेष्मा की कोशिकाएँ स्तंभाकार होती हैं। आमाशय के अस्तर में कई सलवटे होती हैं, जिससे इसका सतही क्षेत्रफल बढ़ जाता है। इसमें असंख्य सूक्ष्म ग्रंथियाँ भी होती हैं, जो सतह के भीतर घुसी होती हैं। क्षुद्रांत्र का अस्तर देखने में बड़ा ही चिकना और मखमल की तरह का होता है। पर सूक्ष्मदर्शी से देखने पर यह पता चलता है कि इसमें असंख्य ग्रंथियों के अलावा श्लेष्मा से अंगुलियों-जैसे असंख्य प्रवर्ध ल्यूमेन



की तरफ जाते हैं। वृहदंत्र में श्लेष्मा द्वारा क्षेत्रों की अपेक्षा कम विवर्तित होता है, लेकिन इसमें श्लेष्मा संचित करनेवाली कई कोशिकाएं अवश्य होती हैं। इस प्रकार इस नली के हर भाग के श्लेष्मा में विशिष्ट वैभिन्न्य होता है।

आन्तरिक संयोजी ऊतकीय परत—समस्त पाचक क्षेत्र में यह परत बहुत ही थोड़ी विभिन्नताएं रखती है। रुधिर-वाहिकाओं की कई बड़ी शाखाएं यहां होकर जाती हैं और यहां से वे ऊतक की अन्य परतों को छोटी-छोटी शाखाएं भेजती हैं। इसके अलावा इस परत में तंत्रिका-तंतु और तंत्रिकायिक कोशिका-पिंडों का एक जाल भी है।

पेशीय परत—ग्रसिका के ऊपरी दो-तिहाई भाग को छोड़कर सभी भागों (जिसमें, ककाल-पेशी होती है) की पेशीय परत चिकनी पेशी ही होती है। मोटे तौर पर यह पेशी की एक भीतरी परत में, जिसके तंतु वृत्ताकार होकर नली के चारों तरफ जाते हैं, और एक पेशी की बाहरी परत में, जिसके तंतु नलिका की लम्बाई की दिशा में साथ-साथ जाते हैं, उपविभाजित होती है। वृत्ताकार परत



### आकृति 15—पाचक क्षेत्र के चारों मुख्य क्षेत्रों की परतों का आरेख

का कुचन ल्यूमेन का प्रकुचन उत्पन्न करेगा। आमाशय (जठर) की पेशी दूसरे भागों से अधिक मोटी होती है और इसके उपविभाग इतने स्पष्ट नहीं होते। यहां पर वृत्ताकार तथा अनुदैर्घ्य तंतुओं के अलावा अन्य तंतु भी होते हैं, जो तिरछे जाते हैं। वृहदंत्र की अनुदैर्घ्य पेशी एक पूर्ण परत नहीं। यह पेशी की तीन अलग पट्टियों की बनी होती है। ये पट्टियां वृहदंत्र के बराबर लम्बी नहीं होती और जब वे कुंचित होती हैं तो क्षेत्र के इस भाग को मुड़ा-तुड़ा हुआ आकार दे देती हैं।

किन्हीं-किन्हीं भागों में—जठर और ग्रसिका के मिलन-बिंदु आमाशय

(जठर) और क्षुद्रात्र के मिलन-बिन्दु, क्षुद्र और बृहदत्रो के मिलन-बिन्दु और गुदा पर—वृत्ताकार पेशी बहुत मोटी हो जाती है, जिससे पेशी की एक ऐसी छल्लेदार नली बन जाती है कि जो पूर्ण रूप से ल्यूमेन को बन्द कर सकती है। ये छल्ले या सवरणिया क्षेत्र के एक भाग से दूसरे भाग को जानेवाले द्रव्य पदार्थ का नियमन करती है। वृत्ताकार और अनुदैर्घ्य परतों के बीच एक और तन्त्रिकायिक जाल होता है।

बाह्य सयोजी ऊतकीय परत—यह अधिकतर एक सख्त और लचीला सरक्षणात्मक आवरण होता है, जो पाचक क्षेत्र की रक्षा करता है।

### आहार का रासायनिक उपखंडन

यद्यपि पाचक क्षेत्र से आहार के सभी अवशेष बाहर निकलने में दो दिन तक का समय लग सकता है, तथापि उसके पचनीय अंश चार से दस घंटों के भीतर रुधिर में अवशोषित हो चुके होंगे और कोशिकाओं द्वारा उपयोग के लिए उपलब्ध हो जाएंगे। इससे पहले कि हम यह देखें कि, भोजन इस क्षेत्र में से किस प्रकार गुजरता है, हमें इसके पाचन का अनुरेखन कर लेना चाहिए।

अठारहवीं शताब्दी के मध्य से पहले के वैज्ञानिकों का यह विश्वास था कि पाचन एक यांत्रिक प्रक्रिया है, जिसमें आहार के जठर में पिसते जाने के साथ-साथ पोषक रस उसमें निचुड़कर निकलते जाते हैं। इसके बाद यह पता चला कि जठर-रस मांस को यांत्रिक सहायता के बिना जठर के बाहर ही पचा सकते हैं। इस प्रकार यह सिद्ध हुआ कि पाचन एक रासायनिक प्रक्रिया है। इस समय इसके बारे में एक बड़ा ही रोचक प्रयोग यह हुआ कि एक आदमी को धातु की एक छेददार गेद निगलवा दी गई, जिसमें खाना भरा था। गेद में के छिद्रों में से होकर जठर-रस भोजन पर हमला कर सकते थे, पर किसी भी यांत्रिक शक्ति का गेद विरोध करती। कुछ समय के बाद गेद बाहर निकाल ली गई और यह देखा गया कि उसमें का भोजन पच चुका था।

लार-पाचन—लार की पाचन-क्रिया उसकी अन्य क्रियाओं कम महत्त्वपूर्ण है।

यदि लार-स्राव यथेष्ट नहीं है, तो मुंह और ग्रसनी की भिल्लिया शुष्क हो जाती है और प्यास की अनुभूति उत्पन्न हो सकती है। किन्तु इन भिल्लियों का मात्र शुष्क से हो जाना इस अनुभूति के लिए यथेष्ट उद्दीपन नहीं है। यह प्यास उसी समय अनुभव होती है जब देह में जल की वस्तुतः कमी के कारण (जब कि सामान्य लार-स्राव के लिए देह में यथेष्ट जल नहीं होता) शुष्कता उत्पन्न होती है।

लार मुख और दातों को धोती तथा स्वच्छ करती है और उन द्रव्यों को जमा होने देने से रोकती है, जो दातों को क्षति पहुंचा सकते हैं। यह मुख में के अवयवों को भी चिकना तथा आर्द्र करती है। आर्द्र तथा स्वस्थ वातावरण बनाए रखने के अलावा यह क्रिया बातचीत के दौरान जिह्वा और होंठों को चलने में सहायता

भी देती है। और चूँकि ठोसों का आस्वादन घुले हुए रूप में ही किया जा सकता है, इसलिए लार की विलय-क्रिया स्वाद की अनुभूति भी पैदा करती है।

जब भोजन मुख में प्रवेश करता है, तो यह लार के साथ अच्छी तरह से मिल जाता है। इससे भोजन कहीं अधिक कोमल और निगलने लायक बन जाता है। उदाहरण के लिए, सूखे बिस्कुट को लार के अभाव में निगलना बहुत कठिन है। मंडमय आहार और लार का मिश्रण लारमय प्रक्रिण्व या एंजाइम ट्यालिन का वास्तविक पाचन-क्रिया प्रारंभ करने का अवसर देता है। ट्यालिन की उपस्थिति में मांड (श्वेत सार), जो एक जटिल कार्बोहाइड्रेट है, विखंडित होकर 'माल्टोज' नाम की द्विगुण शर्करा के रूप में आ जाता है।

एंजाइम या प्रक्रिण्व एक प्रकार के उत्प्रेरक, अर्थात् ऐसे पदार्थ हैं, जो उन रासायनिक प्रक्रियाओं को अपनी उपस्थिति से तेज कर देते हैं, जिनकी गति इनके बिना या तो बहुत धीमी रहती है या होती ही नहीं। प्रतिक्रियाओं में एंजाइम स्वयं उपयुक्त नहीं हो जाते, वरन् अपनी उत्प्रेरक क्रिया दुहराने के लिए फिर अपनी स्वाभाविक हालत में आ जाते हैं। यद्यपि एंजाइमों में कोई परिवर्तन नहीं आता, फिर भी वे देह में लगातार विलुप्त होते रहते हैं। अन्य एंजाइम उनका रासायनिक उपखंडन कर सकते हैं, या जिन विलयों में वे विद्यमान हैं, उनकी अम्लता में आए तीव्र परिवर्तन उन्हें निष्क्रिय कर सकते हैं, या फिर वे देह से उत्सर्जित भी किए जा सकते हैं।

किसी भी एंजाइम की सक्रियता पर कई कारक प्रभाव डाल सकते हैं। हर एंजाइम एक निश्चित ताप-सीमा के भीतर ही सर्वाधिक कार्य करता है। चूँकि शरीर का ताप बहुत थोड़ा ही घटता-बढ़ता है, इसलिए यह कारक शरीर के लिए बहुत महत्त्व रखता है। प्रत्येक एंजाइम एक विशेष अम्लता पर भी सर्वाधिक कार्य करता है। यदि यह किसी दिशा में बहुत अधिक घट-बढ़ जाए, तो एंजाइम निष्क्रिय हो जाएगा। लार सामान्यतः एक अम्लीय द्रव है, किन्तु यह कुछ क्षारीय भी हो सकती है। ट्यालिन उन विलयों में सबसे ज्यादा प्रभावी होती है, जो लगभग उदासीन हैं (अर्थात् जो उतने ही अम्लीय हैं, जितने कि क्षारीय)।

एंजाइमों की बड़ी विशिष्टता और प्रत्येक के विशेष कार्य ही करने की क्षमता के कारण वे कुछ ही पदार्थों पर आक्रमण करते हैं। हो सकता है कि इस प्रकार वे उत्पन्न पदार्थों पर कार्य न भी कर सकें। उदाहरणार्थ, ट्यालिन केवल मांड (श्वेतसार) पर ही क्रिया करता है, पर वह माल्टोज का उपखंडन नहीं कर सकता।

चूँकि भोजन मुह में बहुत थोड़े समय तक ही रहता है, इसलिए लार-पाचन भोजन के आमाशय में पहुँचने तक पूर्ण नहीं हो जाता। साधारणतया यह आध घंटे या उसके आसपास तक जठर में चलता रह सकता है। भोजन का मंडमय अंश सामान्यतः पाचन के अन्तर्गत सबसे अंत में आता है। पहले निगला हुआ भोजन आमाशय की दीवारों से लगने की, और बाद में आए भोजन के चारों

और एक सरक्षणात्मक आवरण बनाने की चेष्टा करता है, जिससे वाद में आने वाले भोजन का जठर-रस के साथ तीव्रता से मिश्रण नहीं हो पाता। इन परिस्थितियों में द्यालिन में मड को तब तक उपखंडित करता रहता है कि जब तक अत्यधिक अम्लीय जठर-रस प्रकिण्व को निष्क्रिय नहीं कर देते।

जठरीय पाचन—कई जठर-ग्रथिया एक जलीय रस स्रवित करती रहती हैं, जिसमें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की खासी मात्रा होती है। इसलिए 'अम्लीय अमाशय' एक स्वाभाविक, और जैसा कि हम बाद में देखेंगे, एक उपयोगी अवस्था है, जिसमें चिकित्सक की राय के बिना कभी भी परिवर्तन नहीं करना चाहिए। जठर-रस के एजाइम केवल तीव्र अम्लीय माध्यम में ही सबसे अच्छा कार्य करते हैं।

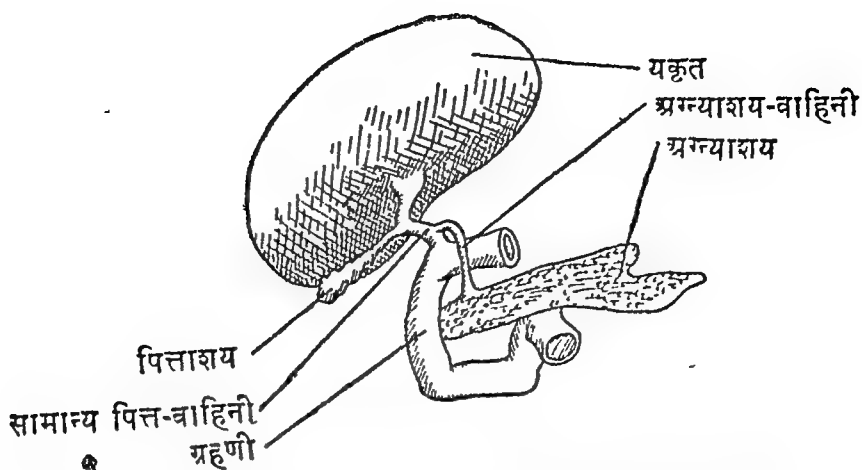
अमाशय के अन्य तीन भाग फण्डस, काय और पाइलोरस या जठर-निर्गम कहलाते हैं (आकृति 14 देखें)। फण्डस और काय की ग्रथियों में दो महत्त्वपूर्ण प्रकारों की कोशिकाएँ होती हैं। एक प्रकार की कोशिकाएँ अम्ल स्रवित करती हैं और दूसरी प्रकार की जठर-प्रकिण्व।

पेप्सिन इन दोनों प्रकारों के एजाइमों में सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण है। यह अंतर्ग्रहीत भोजन के प्रोटीनों पर आक्रमण करती है और उन्हें अधिक सरल और सूक्ष्म तत्वों में खंडित कर देती है। साधारणतया यह पाचन कुछ माध्यमिक पदार्थों की उत्पत्ति का पूर्वगामी होता है, जैसे 'प्रोटिओज' और 'पेप्टोन'।

रेनिन एक एजाइम है, जो विशेष रूप से गिशुओं में दुग्ध का आतचन करता है। यह प्रक्रिया रुधिर के आतचन की तरह ही है। दूध का प्रोटीन, 'कैसीन', अपनी विलय अवस्था से अविलय अवस्था में आ जाता है। अब चूँकि कैसीन अविलेय हो गया है, इसलिए यह घोल के रूप में अमाशय को शीघ्र नहीं छोड़ सकता और पेप्सीन द्वारा क्रिया की जाने के लिए रह जाता है। इस मामले में उत्पन्न थक्का दही है और वह द्रावण, जो अलग हो जाता है, मट्ठा या छाछ कहलाता है (यह रुधिर-सीरम के समान है)।

क्षुद्रांत्र में पाचन—पाचन का अधिकांश भाग क्षुद्रांत्र में सम्पन्न होता है। यकृत या जिगर अग्न्याशय तथा आंत्रिक श्लेष्मा के साथ आहार का ऐसे सरल पदार्थों में खंडन सुनिश्चित कर देते हैं, जो आसानी से रुधिर में अवशोषित हो सकते हैं।

पित्त—यकृत-कोशिकाएँ अविरल रूप से पित्त स्रवित करती रहती हैं, जो हरे या हरे-भूरे रंग का एक तरल है। यकृत से एक वाहिनी पित्त को क्षुद्रांत्र तक ले जाती है (आकृति 16 देखें)। यदि अंत्र पित्त को ग्रहण करने को तैयार नहीं है, तो यह एक अन्य वाहिनी द्वारा पित्ताशय में चला जाता है, जहाँ यह जमा रहता है और आवश्यकता पड़ने पर फिर बाहर आ जाता है। ऐसे अवसर पर यह पित्ताशय की वाहिनी से सामान्य या मूल पित्तवाहिनी (जो यकृत और पित्ताशय की वाहिनियों के संयोग से बनती है), में चला आता है और इससे होता हुआ



### आकृति 16—पित्त तथा अग्न्याशय-वाहिनियों का संबंध

ग्रहणी में जाता है, जो क्षुद्रांत्र का आरम्भिक भाग है।

पित्त के मुख्य सरचक्र भोजन की वसाओं का ग्रहणी में पायसीकरण कर देते हैं। वसा की गोलिकाएँ आकार में कम हो जाती हैं और उनकी एक-दूसरे से मिल जाने की प्रवृत्ति भी कम हो जाती है। इस प्रकार अग्न्याशयी वसा-भजक एजाइम के आक्रमण और क्रिया के अतर्गत आनेवाली वसा की कुल सतह बढ़ जाती है।

**अग्न्याशय-रस**—अग्न्याशय एक हल्के दूधिया रंग की ग्रंथि है, जो क्षुद्रांत्र को ग्रहणी के साथ-साथ उदरीय पित्त के साथ जोड़नेवाली भिल्ली में स्थित है। इसकी कोशिकाएँ एक क्षारीय विलय स्रवित करती हैं, जिसमें प्रचुर एजाइम होते हैं और उन्हें अग्न्याशय-वाहिनी द्वारा ग्रहणी में भेज देती है (आकृति 16)।

**अग्न्याशयी लाइपेज**—पित्त द्वारा पायसीकृत वसा पर अग्न्याशयी लाइपेज कार्य करता है और उन्हें वसीय अम्लों तथा ग्लिसरोल में परिवर्तित कर देता है। चूँकि केवल यही एक प्रभावी वसाभजक एजाइम है, इसलिए इसकी अनुपस्थिति वसाओं के पाचन तथा पूर्ण अवशोषण को रोक सकती है।

**ट्रिप्सीन**—प्रोटीन को तोड़नेवाला अग्न्याशयी एजाइम है। यह उस प्रोटीन पर आक्रमण कर सकता है, जिसका आमाशय में पहले आंशिक पाचन नहीं हो पाया है, या यह उन प्रोटीनोजों तथा पेप्टोनो पर क्रिया कर सकता है, जो पेप्सिन की पाचन-क्रिया के कारण उत्पन्न होते हैं। यह इन पदार्थों को भजित करके और भी सरल यौगिकों, पेप्टाइडों, में परिवर्तित कर देता है।

**अग्न्याशयी एमिलेज**—ट्र्यालिन से इस बात में भिन्न है कि यह पके या अनपके दोनों प्रकार के मंडों को तोड़कर माल्टोज में परिवर्तित कर सकता है। ट्र्यालिन केवल पका हुआ मण्ड ही पचा सकती है।

**आंत्र रस**—आंत्र की श्लैष्मिक ग्रन्थियाँ भी एक क्षारीय द्रव स्रवित करती हैं, जिसमें कई एजाइम होते हैं। ये एजाइम भोजन का पाचन पूरा करके उसे ऐसे यौगिकों में बदल देते हैं, जो आसानी से अवशोषित हो सकते हैं।

पेप्टाइड—यह ऐसे एंजाइमो की एक शृंखला है जो भिन्न-भिन्न जटिलता के पेप्टाइडो को तोड़कर एमीनो अम्लो में बदल देते हैं। आत्र लाइपेज साधारण-तया अधिक महत्त्वपूर्ण नहीं है, क्योंकि यह अग्न्याशयी लाइपेज की अपेक्षा कमजोर होता है। फिर भी यह इतना शक्तिशाली तो है ही कि अग्न्याशयी लाइपेज की अनुपस्थिति में अंतर्ग्रहीत वसा के लगभग अर्धार्ध को वसीय अम्लो तथा ग्लिसरोल में बदलकर पचा सकता है।

यहां कुछ कार्बोहाइड्रेट एंजाइम भी होते हैं। माल्टेज माल्टोज को ग्लूकोज में परिवर्तित कर देता है। दुग्ध-शर्करा—लैक्टोज—लैक्टोज एंजाइम द्वारा ग्लूकोज तथा गैलेक्टोज में भंजित हो जाती है, और इसी प्रकार साधारण शर्करा—इक्षु-शर्करा—सुक्रोज द्वारा ग्लूकोज और फ्रुक्टोज में परिवर्तित कर दी जाती है।

### पाचक स्रावों का नियमन

पाचक रसों का स्राव निरंतर होता रहता है, किन्तु जब-जब उनकी आवश्यकता विशेष रूप से पड़ती है, तब कई ऐसी प्रक्रियाएँ शुरू हो जाती हैं, जो उनका प्रवाह तेज कर देती हैं। पाचक ग्रन्थियों की क्रिया को नियंत्रित करनेवाले ये कारक तन्त्रिकायिक, रासायनिक या यांत्रिक प्रवृत्ति के हो सकते हैं।

लार-ग्रन्थियों का नियन्त्रण—हम सब जानते हैं कि जब किसी वस्तु को मुँह में रखा जाता है, तो इसके फलस्वरूप लार-प्रवाह बढ़ जाता है। यही नहीं, भोजन के विचार, भोजन के दर्शन या गंध का भी यही परिणाम हो सकता है। (जरा अपने प्रिय भोज्य पदार्थ के बारे में सोचिए और देखिए कि आपके मुँह में कैसे लार भर आती है।) प्रयोग द्वारा पाया गया है कि ऐसी स्थितियों में वर्धित लार-प्रवाह प्रतिवर्ती तन्त्रिकायिक नियन्त्रण में होता है।

विलय-रूप में आए पदार्थ जित्ना की स्वाद-कलिकाओं को रासायनिक रूप से उत्तेजित कर देते हैं, जिससे मस्तिष्क के पिछले भाग में स्थित लार-केन्द्रों को सवेदी तन्त्रिका-सवेग भेजे जाते हैं, और उनसे प्रेरक सवेग भेज लार-ग्रन्थियों को दिए जाते हैं। अत्योक्त सवेग ग्रन्थियों की क्रियाशीलता को तेज कर देते हैं। भोजन के विचार, दर्शन या बोध के कारण या मुँह की झिल्ली की परत के यांत्रिक उत्तेजन से भी सवेदी सवेग लार-ग्रन्थियों को जाते हैं। मुँह के खाली होने पर उत्पन्न हुए प्रतिवर्त, अनुकूलित या अधोगत प्रतिवर्तों के उदाहरण हैं (१६वा अध्याय देखिए), जो किसी व्यक्ति को अपने अनुभवों द्वारा प्राप्त होते हैं और वशागत नहीं होते। मुँह के अवयवों की उत्तेजना के कारण उत्पन्न लार-अनुक्रियाएँ वशागत प्रतिवर्त हैं, अर्जित नहीं।

उद्दीपन की लार-अनुक्रियाएँ बड़ी ही प्रयोजनात्मक होती हैं। उदाहरण के लिए, यदि मुँह में अम्ल ले लिया जाए, तो इसके फलस्वरूप प्रचुर लार-प्रवाह होने लगता है। यह अम्ल को तनु (हलका) कर देता है और क्षति को रोकने का यत्न करता है। इसके विपरीत भोजन अपेक्षाकृत कम लार उत्प्रेरित करता है

और यह लार एंजाइम तथा श्लेष्मा से परिपूर्ण होती है। भोजन द्यालिन के साथ मिश्रित होता है, स्नेहित होता और अधिक सरलता से निगल लिया जाता है। ये दो प्रकार के लार-स्राव लार-ग्रन्थियों के विभिन्न कोशिका-प्रकारों से आते हैं; एक प्रकार जलीय लार उत्पन्न करता है, तो दूसरी श्लेष्मामय एंजाइम से परिपूर्ण लार। चूँकि दोनों प्रकार की कोशिकाओं को भिन्न-भिन्न तन्त्रिकाएँ गतिमान करती हैं, अतः उनका स्राव अलग-अलग या एक साथ भी उत्पन्न किया जा सकता है।

**जठर-स्राव का नियन्त्रण**—मनुष्य में जठर-ग्रन्थियाँ अविरल रूप से—निद्रा तक में—सक्रिय रहती हैं। किन्तु तन्त्रिकायिक, यांत्रिक और रासायनिक कारक उनकी क्रिया में परिवर्तन ला सकते हैं।

लार-स्राव की तरह, मुख में भोजन की उपस्थिति या उसके विचार, दृश्य अथवा गन्ध से जठर-रस का प्रतिवर्ती स्राव पैदा हो सकता है। सामान्यतः ऐसा भोजन के आमाशय में जाने से पहले होता है और इसे जठर-स्राव की मानसिक कला कहते हैं। इस प्रतिवर्ती प्रतिक्रिया की प्रेरक तन्त्रिकाएँ वेगस-तन्त्रिकाएँ हैं, जो अपनी शाखाएँ आमाशय को भेजती हैं। यदि ये काट दी जाती हैं तो जठर-स्राव की मानसिक कला समाप्त हो जाती है।

आमाशय में घुसने के बाद भोजन उसकी दीवारों को फैलाता है; यह यांत्रिक प्रभाव इलैम्पिक ग्रन्थियों को अधिक जठर-रस स्रवित करने के लिए उत्तेजित कर देता है। यह जठर-स्राव की क्रिया जठर-कला में होती है। इस अवधि में जठर-स्राव का रासायनिक उद्दीपन भी होता है। इससे पहले के मानसिक जठर-स्राव द्वारा मुक्त हुई पेप्सिन भोजन के प्रोटीन पचाने लगती है। आंशिक प्रोटीन-पाचन की उपज—प्रोटिओज तथा पेप्टोन—जठर-निर्गम श्लेष्मा को गैस्ट्रिन नामक पदार्थ उत्पन्न करने के लिए उत्तेजित करते हैं। गैस्ट्रिन रुधिर में अवशोषित हो जाता है और वह इसे फडस की ग्रंथियों तथा आमाशय-काय को ले जाता है। गैस्ट्रिन के प्रभाव से ग्रंथियाँ और भी अधिक जठर-रस स्रवित करती हैं।

मानसिक स्राव के कारण जठर-रस भोजन पहुँचने से पहले ही आमाशय के ल्यूमेन में पहुँच जाता है और तुरन्त ही उसे पचाने का कार्य करने लगता है। स्वयं भोजन और उसकी अवपची उपज अब पाचन के जठरीय भाग को पूर्ण कराने के लिए अधिक रस का स्राव करते हैं।

**अग्न्याशयी और पित्तीय स्राव का नियन्त्रण**—वेगस-तन्त्रिकाएँ अग्न्याशयी और यकृत-कोशिकाओं को भी तन्तु भेजती हैं। किसी वेगस-तन्त्रिका का उद्दीपन अग्न्याशय-रस और पित्त का स्राव बढ़ा सकता है। इन दोनों पाचक रसों का मनसिक प्रवाह प्रतिवर्ती रूप से उत्प्रेरित किया जा सकता है, किन्तु लार और जठर-स्रावों की तरह यह प्रवाह अधिक महत्त्वपूर्ण नहीं है। वेगस-तन्त्रिका के काट देने पर पित्त और जठर-रस की उत्पत्ति बन्द नहीं हो जाती।

इन स्रावों का नियन्त्रण तन्त्रिकायिक नियंत्रण से अधिक महत्त्वपूर्ण है।

जब आम्लाशय के अम्लीय तत्त्व ग्रहणी में प्रवेश करते हैं और उसके श्लेष्मा के सम्पर्क में आते हैं, तो सेक्रेटिन नाम का एक रासायनिक द्रव्य उत्पन्न होता है। एक बार मुक्त होने पर सेक्रेटिन रुधिर में अवशोषित होकर अग्न्याशय तथा यकृत तक चला जाता है और इनकी ग्रन्थियों का स्राव बढ़ा देता है। यह बात कि सेक्रेटिन की उन्मुक्ति किसी अन्य जठरीय अतर्वस्तु से नहीं, वरन् अम्ल से होती है, ग्रहणी में अम्ल के प्रवेश के बाद अग्न्याशयिक रस तथा पित्त के वर्धित स्राव द्वारा दर्शाई जा सकती है।

यद्यपि सेक्रेटिन पित्त का स्राव बढ़ा देता है, पर यह पित्ताशय को सचित पित्त निकालने पर बाध्य नहीं करता। 'कोलीसिस्टोकाइनिन' नामक पदार्थ, जो ग्रहणी-श्लेष्मा पर वसा की क्रिया द्वारा उत्पन्न होता है, रुधिर में और उसके द्वारा पित्ताशय में ले जाया जाता है और पित्ताशय को प्रकुचित कर देता है। इस प्रकार जठरीय अतर्वस्तुएं पित्त का स्राव बढ़ा देती हैं और यदि वसा उपस्थित है, तो पित्ताशय का सचित पित्त स्थलित कर देती है। इस प्रकार वसा का समुचित पायसीकरण सुनिश्चित हो जाता है।

आंत्र ग्रन्थियों का नियन्त्रण—आंत्र ग्रन्थियों के ऊपर तन्त्रिकायिक और रासायनिक दोनों ही प्रकार के नियन्त्रण दृष्टिगोचर होते हैं, किन्तु उनकी वास्तविक क्रियाविधियों के बारे में अभी कोई निश्चित बात नहीं कही जा सकती। आंत्र रस अविरल रूप से स्रवित होता रहता है, लेकिन क्षुद्रांत्र में भोजन के पहुँच जाने पर वह बढ़ जाता है।

### पाचक क्षेत्र में भोजन का निर्गमन

आइए, अब हम यह देखें कि अतर्ग्रहीत भोजन पाचक रसों के साथ किस प्रकार मिश्रित होता है और पाचक क्षेत्र से गुजरने के साथ-साथ इसकी तरलता किस प्रकार बदलती जाती है।

चर्वण—नीचे के जबड़े की ऊपर-नीचे, आगे-पीछे, दाएँ-बाएँ चलने की क्रिया से भोजन छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाता है और वह लार के साथ अच्छी तरह मिल जाता है। जिह्वा और गाल की गतियाँ इसीलिए महत्त्वपूर्ण हैं कि वे भोजन को दातों के बीच में धकेल देती हैं और फिर इस सूक्ष्म विभाजित द्रव्य को गोलाकार ग्रासों में परिवर्तित कर देती हैं।

निगलना—चबाएँ हुए भोजन का ग्रास जिह्वा पर जाता है और फिर जिह्वा-पेशियों के कुचन द्वारा पीछे धकेला जाता है, यहाँ तक कि वह जिह्वा के पिछले भाग पर आकर ठहर जाता है। इसके बाद जिह्वा के नीचे की एक पेशी कुचित होती है और जिह्वा को मुख की छत की तरफ ऊपर उठाती है और ग्रास को ग्रसनी में पीछे की तरफ भेज देती है। निगलने की यह पहली मजिल ऐच्छिक नियन्त्रण में होती है, लेकिन भोजन के ग्रसनी में पहुँचने के बाद अनैच्छिक प्रतिवर्ती नियन्त्रण स्थापित हो जाता है।



ग्रसनी की पेशिया कुचित होने लगती है और ग्रास ग्रासनली या ग्रसिका में धकेल दिया जाता है। ग्रास का नासा-गुहा, स्वरयंत्र या ग्रसिका के वजाय वापस मुँह में जाने से रोकने के लिए यहाँ सहायक प्रतिवर्ती क्रियाएं आवश्यक होती हैं। भोजन मुख में वापस नहीं जा सकता, क्योंकि जिह्वा तालू से लगी उसी स्थिति में रहती है जिसमें वह पहली मजिल में आई थी; यह ऊपर नासा-गुहा में भी नहीं जा सकता, क्योंकि कोमल प्रतिवर्त द्वारा तालु उठ जाता है और ग्रसनी को उस जगह पर बन्द कर देता है, और यह स्वर-तन्त्र में भी नहीं जा सकता, क्योंकि प्रतिवर्ती पेशीय कुचन इस अंग को ऊपर उठाकर जिह्वा और कठच्छद के नीचे ले आता है। इसी समय स्वर-तन्त्र खिंचकर एक साथ हो जाते हैं और श्वसन अवरुद्ध हो जाता है। इस प्रकार निगलने और श्वसन की क्रिया का एक ही साथ होना रोक दिया जाता है और निगला हुआ पदार्थ केवल एक ही जगह जा सकता है और वह है ग्रसिका।

ग्रसिका में क्रमाकुचन—ग्रसिका में पहुँचने के बाद ग्रास क्रमाकुचन या लहरी गति द्वारा नीचे भेजा जाता है। क्रमाकुचन एक प्रकार की गति है, जो पाचन-क्षेत्र के अधिकांश भागों में व्याप्त है। इसमें प्रकुचन की एक तरंग उठती है और उसके एकदम बाद और पहले शिथिलन की तरंग उठती है। प्रकुचन क्षेत्र की भित्तियों की वृत्ताकार पेशी के कुचन से उत्पन्न होता है। प्रकुचन के इस गतिमान बल के आगे आया हर पदार्थ उसी की दिशा में धकेल दिया जाता है।

साधारणतया निगलने की हर क्रिया क्रमाकुचन की एक प्रतिवर्ती तरंग उत्पन्न करती है, जो ग्रासनली की पूरी लम्बाई में फैल जाती है। जिह्वा के मूल या ग्रसनी की बाहरी भित्ति का यांत्रिक उद्दीपन तुरन्त ही ऐसी तरंग पैदा कर देता है। मस्तिष्क की अंतस्था में स्थित निगलने के केन्द्र को सवेदी तन्त्रिका-यिक सवेग भेजे जाते हैं, जो प्रेरक तन्त्रिकाओं द्वारा उन्हें पुनः ग्रसिका की भित्ति की वृत्ताकार पेशी को प्रेरित कर देता है। क्रमाकुचन तरंग ग्रास-नली की दीवार के फैलने से भी प्रतिवर्ती रूप से उत्पन्न की जा सकती है। बड़ा ग्रास जो एक ही क्रमाकुचन तरंग द्वारा ग्रास-नली की पूरी लम्बाई पार नहीं कर सकता, इस प्रकार द्वितीयक तरंग उत्पन्न कर सकता है। हर क्रमिक तरंग द्वारा यह आमाशय के अधिक निकट ले जाया जाता है।

ग्रसिका के ऊपरी दो-तिहाई भाग में क्रमाकुचन उन वागी तन्त्रिकाओं की ग्रहणता पर निर्भर करता है, जो उसकी भित्तियों की पेशी को सक्रिय करती हैं। निचले एक-तिहाई भाग में चिकनी पेशी होती है, जिसकी क्रिया भित्तियों के भीतर स्थित तन्त्रिकाओं द्वारा नियंत्रित होती है।

ठोस या अर्धठोस भोजन मुख से आमाशय तक 6 से 7 सैकिण्ड में चला जाता है। क्रमाकुचन तरंग ग्रसिका तथा आमाशय के मुहाने पर स्थित पेशीय बल 'हृद्-सवरणी' तक ग्रास के पहले ही पहुँच जाती है। सवरणी, जो कुचित हो चुकी थी, अब शिथिलित होती है और भोजन आमाशय में चला जाता है। द्रव

सवरणी में एक सैकिड से भी कम में पहुँच जाते हैं, क्योंकि वे ग्रसनी में दाव के साथ भेजे जाते हैं और ग्रसिका में वे क्रमाकुचन क्रिया के वजाय गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से नीचे चलते चले जाते हैं। द्रव तबतक हृद्-सवरणी के ऊपर ही एकत्रित रहता है जब तक कि क्रमाकुचन तरंग, जो अपेक्षाकृत धीमी चाल से आती है, मंवरणी तक आकर उसे गिथिलित नहीं कर देती।

जो पशु उपर्युक्त ढग से द्रवों को निगलते हैं, वे सिर नीचा रहने पर भी द्रव पी सकते हैं, क्योंकि वे द्रव को गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध भी ग्रासनली में धकेल सकते हैं। कुछ पक्षियों में द्रव को ग्रास-नली में नहीं धकेला जा सकता। इसलिए इन पक्षियों को द्रव को ग्रास-नली में पहुँचाने के लिए सिर उठाकर द्रव को नीचे ढुल-काना पड़ता है। क्रमाकुचन तरंग फिर द्रव को ग्रासनली के नीचे ले जाती है।

आमाशय की गतियाँ—प्रायोगिक जन्तुओं में पाचन-क्षेत्र की गतियों को प्रत्यक्ष निरीक्षण द्वारा देखा जा सकता है। मनुष्य के साथ ऐसा करना सम्भव नहीं है। इसे देखने का सबसे अच्छा ढग आहार के पाचन के दौरान आमाशय तथा आंतों के एक्स-रे फोटोग्राफ लेना है। सम्बन्धित व्यक्ति को खिलाये गए भोजन में ऐसे पदार्थ होते हैं, जो एक्स-किरणों के प्रति अपारदर्शी होते हैं (जैसे बेरियम लवण)। ये पदार्थ उन अंगों की, जिनमें वे विद्यमान होते हैं, बाह्य रेखा को रेखांकित कर देते हैं।

इस तरीके द्वारा यह निर्धारित किया जा चुका है कि भोजन के प्रवेश के पहले आमाशय निष्क्रिय होता है, और फडस को छोड़कर, जो गैस के कारण फैला हुआ होता है, इसकी गुहा अस्तित्वहीन होती है, क्योंकि इसकी भित्तियाँ एक साथ सिकुड़ी हुई होती हैं। अन्दर आता हुआ भोजन अपने खुद के भार से भित्तियों को अलग कर देता है और नीचे की ओर चला जाता है। इसके कुछ ही वाद क्रमाकुचन तरंग आमाशय के लगभग आधे निचले भाग से प्रारम्भ होती हैं और जठरनिर्गम क्षेत्र की ओर चली जाती हैं आमाशय-काय की अपेक्षा ये तरंग जठरनिर्गम क्षेत्र में अधिक शक्तिशाली होती हैं और पाचन के साथ-साथ, ये तेज होती जाती हैं। जठरनिर्गम क्षेत्र में तरंग-पर-तरंग आकर भोजन को मथती हैं, इसे और भी छोटे-छोटे टुकड़ों में विभाजित करती हैं, जठर-रस के साथ इसे खूब मिश्रित करती हैं और इसे अर्ध तरलता की अवस्था में ले आती हैं।

आमाशय से साधारण भोजन तीन से पाँच घंटों के भीतर पूरी तरह से निकल जाता है। हाँ, यह प्रक्रिया एकदम नहीं होती, बल्कि धीरे-धीरे होती है। हर थोड़ी अवधि के बाद थोड़ा-सा द्रव्य जठरनिर्गम से ग्रहणी में धकेल दिया जाता है। आमाशय और क्षुद्रांत्र को विभाजित करनेवाली जठरनिर्गम सवरणी प्रकटतः हर समय ही खुली रहती है और छलनी का कार्य करती है। जब जठरीय अतर्वस्तुएं सही तरलता की हो जाती हैं, तो वे आगे निकल जाती हैं। इस प्रकार आमाशय से द्रव बहुत जल्दी निकल जाते हैं (कुछ ही मिनटों में)। भोजन के ठोस सरचको में से कार्बोहाइड्रेट सबसे शीघ्रता से निकलते हैं। और फिर प्रोटीन तथा

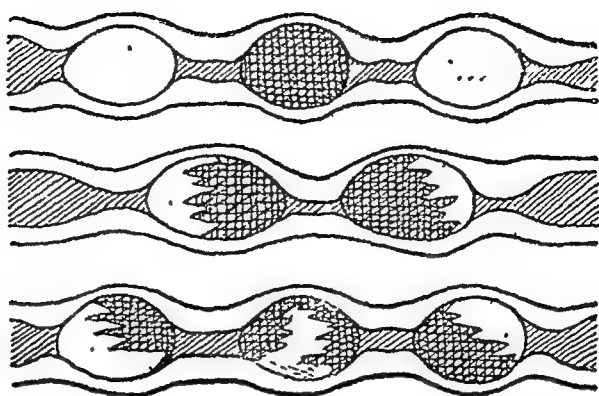
अंत में बसाएं। बसाए खास तौर से जठरीय सक्रिया को कम कर देती है जिसके कारण वसीय भोजन के पाचन में अधिक समय लगता है।

आमाशय के खाली होने की अवधि पर दूसरे कारक भी प्रभाव डालते हैं। यदि ग्रहणी भरी हुई है तो आमाशय को खाली होने में ग्रहणी के खाली रहने के समय लगनेवाले समय की अपेक्षा अधिक समय लगेगा। क्रमाकुंचन तरंगें जितनी ही बलवान होगी, आमाशय उतनी ही जल्दी खाली हो जायेगा। आमाशय में खाद्य-भार की उपस्थिति उसकी भित्तियों को फैलाकर क्रमाकुंचन को बढ़ा देती है। तंत्रिकाओं के दो जोड़े भी इस पर कुछ प्रभाव डालते हैं। इनको काट देने से आमाशय की क्रियाएं नहीं रुकती, जिसके कारण भित्तियों के भीतर स्थित तंत्रिकायिक जाल बाहरी तंत्रिकाओं से अधिक आवश्यक लगता है। फिर भी ये तंत्रिकाएं जब उपस्थित होती हैं और उद्दीपित की जाती हैं, तो एक जोड़ा (बागी तंत्रिकाएं) आमतौर पर क्रमाकुंचन को बढ़ा या आरम्भ कर देता है, जब कि दूसरा उसे अवरोध या धीमा करता है। व्यायाम से जठर-चरता सामान्यतः कम हो जाती है।

क्षुद्रांत्र की गतियां—जब जठरीय अंतर्वस्तुएं अंत्र में प्रवेश करती हैं, तो क्रमाकुंचन तरंगें उन्हें आगे परिचालित करती जाती हैं। अधिकांशतया ये तरंगें धीमी गति से चलती हैं और थोड़ी ही दूर तक जाती हैं। कभी-कभी तेज तरंगें भी आती हैं जो कुछ अधिक दूर तक जाती हैं। ये तरंगें 'क्रमाकुंचन' वेग या 'भक्का' कहलाती हैं। अंतर्वस्तुएं बड़ी धीमी रफ्तार से क्षुद्रांत्र की 20 फुट की लम्बाई को पार करती हुई आगे बढ़ती हैं।

यहां पर एक और प्रकार की गति प्रमुख है—ताल उपखंडन। यह अंत्र-भित्ति की वृत्ताकार पेशी के खंडों के नियमित समयांतर पर तेज प्रकुंचन से उत्पन्न होती है। आस-पास के खंड एक के बाद एक कुचित होते तथा शिथिल होते हैं, जैसा कि आकृति 17 में दिखाया गया है, जिससे भोजन और पाचक रस अच्छी तरह मिल जाते हैं। आंत्रिक अंतर्वस्तुओं तथा ब्लेन्मा के मध्य घनिष्ठ संपर्क का कारण भी तालवद्ध उपखंडन ही है, जिससे पचित पदार्थों का अवशोषण संभव होता है। साधारण घटनाक्रम में तालवद्ध उपखंडन एक अवधि के लिए आंत्रिक वृत्त में चलता है और फिर क्रमाकुंचन तरंग भोजन को आगे बढ़ा देती है। यही क्रम बार-बार दुहराया जाता है।

बाह्य तंत्रिकाओं के दो जोड़े आंत्रिक चरता को उसी प्रकार सुधार देते हैं, जिस प्रकार उनके समान तंत्रिकाएं आमाशय में करती हैं। क्रमाकुंचन बनाए रखने के लिए ये तंत्रिकाएं आवश्यक नहीं हैं, जो प्रत्यक्षतः अंत्र-भित्तियों के भीतरी तंत्रिका-जाल से नियंत्रित होता है। औषधियों द्वारा इन जालों के निष्पेक्ष कर दिए जाने पर भी तालवद्ध उपखंडन होता है। इससे यही निष्कर्ष निकलता है कि यह गति आंत्रिक चिकनी पेशी का निहित गुण-धर्म होना चाहिए। आंत्र गतियों के लिए सामान्य उद्दीपन आंत्रिक अंतर्वस्तुओं द्वारा इसकी दीवारों का



**आकृति 17—क्षुद्रांत्र में तालबद्ध उपखंडन : आंत्रिक अंतर्वस्तुओं के मिश्रण की ओर ध्यान दीजिए ।**

फैलाव है ।

वृहदंत्र की गतियाँ—आंत्रिक अंतर्वस्तुएं वृहदंत्र में प्रवेश करने के समय भी अर्ध-तरल अवस्था में ही होती हैं । यहाँ मथने की कुछ ऐसी क्रियाएँ होती हैं जो जल के अवशोषण में सहायता देती हैं । आहार-नाल के इस भाग में अधिकांश समय क्रियाएँ प्रायः नहीं के बराबर ही होती हैं । दिन में दो-या-तीन बार एक तीव्र क्रमाकुचन तरंग वृहदंत्र के एक खासे भाग में दौड़ जाती है । यह गति क्षुद्रांत्र के क्रमाकुचन वेग से अधिक तीव्र, किन्तु उसी के समान होती है । यह गति सामूहिक क्रमाकुचन कहलाती है । और आहार को वृहदंत्र के निचले भाग में ले जाती है । आमाशय में आहार का प्रवेश सामूहिक क्रमाकुचन के लिए उद्दीपन का काम करता है । नाश्ते के बाद शौच की इच्छा सामान्य अनुभव है और यह बहुत करके इसी प्रतिवर्त का परिणाम है ।

आंत्रिक अंतर्वस्तुओं को आंत्रों में से बाहर आने में बारह घंटे लगते हैं । वे आमतौर पर निष्कासन से पहले वृहदंत्र के अंतिम भाग में कोई चौबीस घंटे और रहते हैं तथा खाये हुए भोजन के गुण उसके अंत्रों से बाहर आने की अवधि पर प्रभाव डाल सकते हैं । व्यायाम और भावात्मक अवस्थाएँ आमतौर पर आंत्रिक क्रियाशीलता को बढ़ा देती हैं ।

मलोत्सर्ग—शौच की इच्छा वृहदंत्र से मल के मलाशय में आने के कारण उत्पन्न होती है । इसके बाद एक तीव्र क्रमाकुचन तरंग वृहदंत्र से होकर मलाशय की तरफ उतर जाती है, अनुदैर्घ्य पेशी कुचित होती है, जिससे अंत्र छोटी हो जाती है और गुद-सवरणी सिथिलित हो जाती है । इन क्रियाओं के फलस्वरूप मल गुदा द्वारा बाहर निकाल दिया जाता है ।

जोर डालने की ऐच्छिक क्रिया प्रायः मलोत्सर्ग में सहायक होती है । एक गहरा प्रश्वास लिया जाता है, मध्यच्छद नीचे उतरता है और स्वर-तन्तुओं को एक साथ खींचकर श्वसन-मार्ग को बन्द करके श्वास रोक ली जाती है । उदर-पेशिया

जोर के साथ कुचित होती है। मध्यच्छद के वर्तमान कुचन के साथ-ही-साथ उदर-भित्ति का कुचन उदर-गुहा और उसके ग्रंथों के भीतर दाब बढ़ा देता है। मलाशय के भीतर दाब-वृद्धि मल के निष्कासन में सहायक होती है।

**मल का निर्माण**—क्षुद्रांत्र की अर्धतरल अंतर्वस्तुएं वृहदंत्र में जाने के बाद जल के अवशोषण के कारण भार में काफी कम हो जाती है। मल में अपचित या अपचनीय आहारावशेष (जैसे सेल्यूलोज) पाचक स्राव, बैक्टीरिया (जीवाणु) और स्खलित डीपीथेलियल कोशिकाएं होती हैं। इनमें से आहारावशेषों की मात्रा मल में बहुत ही कम होती है। भुखमरी की अवस्था में भी मल बनता रहता है और उसकी संरचना सामान्य आहार करने के समय के मल की रचना से भिन्न नहीं होती। भूखे रहने के समय मल की मात्रा कम अवश्य हो जाती है, लेकिन इस कमी का मुख्य कारण स्राव-सक्रियता के उद्दीपन का अभाव ही है, जो अत-ग्रहीत भोजन द्वारा पैदा किया जाता है।

वृहदंत्र में बैक्टीरिया उपस्थित रहते हैं। पित्तरंजको पर उनकी क्रिया ऐसे यौगिक उत्पन्न करती है, जो मल को उसका विशिष्ट रंग प्रदान करते हैं। अन्य यौगिकों पर बैक्टीरियाई क्रिया दुर्गंधपूर्ण तथा जहरीले पदार्थ उत्पन्न करती है। ये पदार्थ रुधिर में कभी-कभी ही इतनी मात्रा में अवशोषित हो सकते हैं कि जिससे कुछ हानि पहुंच सके, अन्यथा ये मल के साथ ही देह से बाहर फेंक दिये जाते हैं।

**अतिसार, कब्ज तथा विरेचन**—यदि किसी कारण से वृहदंत्र की अतर्वस्तुएं उसमें से ज्यादा तेजी के साथ निकल जाती हैं, तो उनमें से जल समुचित मात्रा में अवशोषित नहीं हो पाता। अनियंत्रित और शीघ्रता से होनेवाली अंत्र-गतियों के कारण दस्त या अतिसार हो जाता है। इसके विपरीत, धीमी अंत्र-क्रिया से मलबन्ध या कब्ज हो जाता है। इस अवस्था में आवश्यकता से अधिक जल अवशोषित हो जाता है और सूखा तथा कड़ा मल कठिनाई से उत्सर्जित हो पाता है। कब्ज किसी देहीय दोष की अपेक्षा मल-निष्कासन के ऐच्छिक निरोध की आदत रोकने से अधिक होता है। इस अवस्था में मलाशय अधिक मल को संचित करने की प्रवृत्ति बना लेता है और शोच की इच्छा दब जाती है। कब्ज को दूर करने के लिए शोच की नियमित आदत विरेचको या दस्तावर दवाइयों से अधिक कारगर होगी। विरेचको का अत्यधिक उपयोग कब्ज को कम करने के बजाय बढ़ा देता है। यह ऐसी आदत डाल देता है कि आते अपनी गति के लिए किसी बाहरी सहायता की 'अपेक्षा' करने लगती है। यदि कब्जियत पुरानी है, तो विज्ञापित औषधियों की अपेक्षा किसी चिकित्सक की सलाह अधिक लाभदायक होगी।

**प्रतिअंत्र-गति या प्रतिक्रम (कुचन)**—जैसा कि हम देख चुके हैं, क्रमाकुचन आहार-नाल में भोजन को ले जानेवाली एक तरंग गति है, जो मुख से अंत्रों की ओर चलती है। सामान्यतः इसके विपरीत दिशा में चलनेवाली तरंगें भी

पाचक क्षेत्र के विभिन्न भागों में पाई जाती है और वे प्रतिक्रमाकुचन गतियां कहलाती हैं।

अम्लशूल या 'कलेजा जलने का कारण इस प्रतिक्रमाकुचन द्वारा आमाशय के अम्लीय द्रव का ऊपर आकर ग्रासनली के अन्तर का उद्दीपन बताया जाता है। 'डकार' का कारण प्रतिक्रमाकुचन द्वारा आमाशय से गैस का निष्कासन माना जाता है। प्रतिक्रमाकुचन आमतौर पर क्षुद्रात्र में होता है और इससे भोजन क्षुद्रात्र से आमाशय में वापस लौट सकता है। अधिकांश परिस्थितियों में यह क्रिया भोजन का क्षुद्रात्र से शीघ्र निष्कासन रोकने के लिए होती है। असामान्य अवस्थाओं में प्रतिक्रमाकुचन अत्रावरोध से भी पैदा हो सकता है, जिसमें आंत्रिक अंतर्वस्तुएं आमाशय में वापस चली जाती हैं और वमन द्वारा निकल जाती हैं।

वमन—वमन एक प्रतिवर्ती क्रिया है, जो आमाशय या शरीर के किसी अन्य अंग से आए संवेदी संवेगों से या मस्तिष्क के भागों में उत्पन्न संवेगों से उत्पन्न होती है। ये संवेग अंतस्था में वमन-केन्द्र को चले जाते हैं, जो संवेगों को इस प्रक्रिया से सम्बन्धित विभिन्न पेशियों को प्रेरित कर देता है। वमन की क्रिया एक तीव्र क्रमाकुचन के साथ प्रारम्भ होती है, जिसके तुरन्त बाद आमाशय के निचले भाग का जोर से कुचन, और फिर आमाशय तथा वहां बने वलय के ऊपर हृद्-संवरणी का तीव्र शिथिलन होता है। फिर मध्यच्छद तथा उदर-पेशियों के तीव्र कुचन जठरीय अंतर्वस्तुएं को समान रूप से शिथिलित आमाशय तथा ग्रासनली के बाहर फेंक देते हैं। इस प्रक्रिया के समय श्वसन अवरुद्ध रहता है।

क्षुधा-आकुचन—भोजन खाने के कुछ घंटों के बाद, जब आमाशय खाली हो जाता है, तो हम कभी-कभी भूख महसूस करने लगते हैं। जो अनुभूति उस समय उत्पन्न होती है, उसका ठीक से स्थान-निर्धारण करना कठिन है और उसका कारण भी अज्ञात ही है। जैसे-जैसे समय गुजरता जाता है, क्षुधा की टीसे बढ़ती जाती है। इनका स्थान-निर्धारण हम उदर के ऊपरी भाग, यानी आमाशय का गढ़े में करते हैं। ये टीसे बड़ी बुरी लगती है और कुछ समय तक एक-के-बाद-एक करके चलती रहती है। इसके बाद ये बन्द हो जाती है, लेकिन जब तक आमाशय खाली रहता है, ये बार-बार फिर उठती रहती है।

इस बात को दशनि का श्रेय कि क्षुधा-टीसे रिक्त आमाशय के कुचन से उत्पन्न होती है, मुख्यतः हार्वर्ड विश्वविद्यालय के डॉ॰ केनन तथा शिकागो विश्वविद्यालय के डॉ॰ कार्लसन को ही जाता है। भोजन के लगभग तीन घंटे के बाद आमाशय में तीव्र क्रमाकुचन गतियां उत्पन्न होती हैं। लगभग तीस मिनट तक ये एक-दूसरे के पीछे-पीछे आती रहती हैं, क्षुधा-टीसे इस कुचन के दौरान ही अनुभव होती है। आम तौर पर 'क्षुधा-काल' के बाद कुचन डेढ़ या दो घंटे के लिए लुप्त हो जाते हैं। इसके बाद एक नया क्षुधा-काल आरम्भ हो जाता है। सक्रियता और निष्क्रियता का यह आवर्ती एकांतरण निराहार की पूरी अवधि भर चलता रहता है। तथापि कुछ दिन के बाद ये टीसे कम होकर लुप्त हो जा

सकती है। उदर के दवाने (पेटा कस लेने या पेट पर पत्थर रख लेने) या धूम्र-पान, व्यायाम करने या ठंडे पानी से नहाने से भी इन टीसों को कम किया जा सकता है।

ये कुचन किस कारण होते हैं, यह बात विलकुल भी साफ नहीं है, न इस बात का ही पता चल सका है कि रिक्त ग्रामाशय के क्रमाकुंचनीय कुचन किस प्रकार चैतन्य संवेदनाएं उत्पन्न करते हैं जब कि भोजन पाचन के दौरान इसी प्रकार के कुचनों पर जरा भी ध्यान नहीं जाता।

क्षुधा एक भोड़ और कष्टदायी संवेदना है, जो व्यक्ति को वंशानुक्रम से प्राप्त होती है और उसके अनुभावों से बदलती नहीं। इसके विपरीत भूख या बुभुक्षा खाने की इच्छा है, जिसके साथ क्षुधा भी हो सकती है, किन्तु यह क्षुधा-जैसी चीज नहीं है। बुभुक्षा एक ऐसी संवेदना है जो व्यक्ति के अनुभव के द्वारा बदल सकती है और वंशानुगत नहीं होती। उदाहरण के लिए, क्षुधा की तुष्टि के बाद भी हमें खीर खाने की 'भूख' हो सकती है।

### भोजन का अवशोषण

पाचन की अंतिम उत्पाद—सरल शर्कराएं एमिनो अम्ल, वसीय अम्ल, ग्लिसरोल—तथा भोजन के अन्य तत्त्व (जैसे विटामिन, लवण तथा जल) तब तक निरर्थक हैं कि जब तक वे रुधिर में अवशोषित होकर देह-भर की कोशिकाओं को नहीं पहुंचा दिए जाते।

अविकाश अवशोषण क्षुद्रांत्र में होता है। इसमें अपवाद केवल ग्रामाशय द्वारा ऐलकोहल के अवशोषण और वृहदांत्र द्वारा जल, कुछ अकार्बनिक लवणों और कभी-कभी ग्लूकोज के अवशोषण का है। ग्रामाशय द्वारा ऐलकोहल का अवशोषण सुरायुक्त पेयों के शीघ्र प्रभाव के लिए उत्तरदायी है। वृहदांत्र की ग्लूकोज अवशोषित करने की क्षमता का लाभ मलाशय-पोषण के समय उठाया जाता है ग्लूकोज का विलय एनीमा द्वारा दिया जाता है और रुधिर में अवशोषित कर लिया जाता है।

क्षुद्रांत्र की श्लेष्मा के अगुलियों-जैसे प्रवर्ध, जिन्हें 'विलस' (बहुवचन-विलि) या 'रोमाकुर' कहते हैं (आकृति 15) ल्यूमेन में प्रक्षेपित रहते हैं और एक विस्तृत सतह को अवशोषण के लिए खुला रखते हैं। रोमाकुरों (विलि) की ऊपर-नीचे और दाएं-से-बाएं की गतिया इनकी भित्तियों में की चिकनी पेशी द्वारा पैदा की जाती हैं। ये गतिया आहार को अंत्र में मिश्रित करने के अलावा उसके पाचन और पोषक पदार्थों के अवशोषण में भी सहायता देती हैं। प्रत्येक रोमाकुर में एक केशिका-पाश होता है और एक छोटी श्लेष्मवाहिका होती है। रोमाकुर के इपीथीलियम में से गुजरने के बाद शर्कराएं और एमिनो अम्ल केशिका में विसरित हो जाते हैं और रुधिर द्वारा ग्रहण कर लिये जाते हैं। वसीय अम्ल और ग्लिसरोल इपीथीलियम में से अपनी यात्रा के समय फिर से वसा में परि-

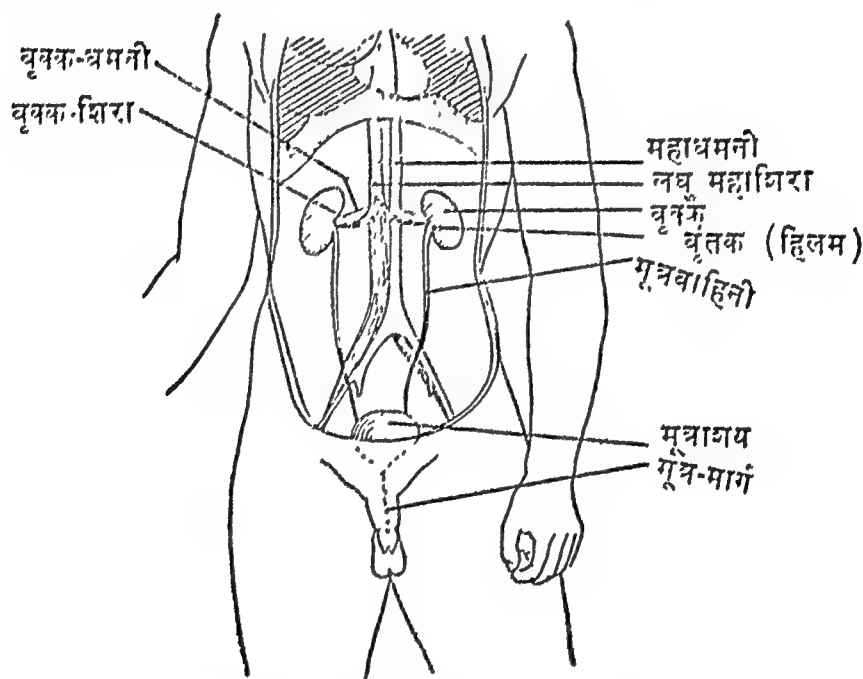
वर्तित हो जाते हैं। कुछ वसा बिना पचाए हुए ही अवशोषित हो सकती है। अधिकांश वसा फिर लसीका-वाहिका में चली जाती है। यह 'वाहिका पायसिका' या 'लेक्टिअल' कहलाती है, क्योंकि भोजन के उपरांत यह फेद-दूधिया वसा से भर जाती है। लवण और जल भी यहाँ पर अवशोषित हो जाते हैं, यद्यपि जल का अधिकांश अवशोषण वृहदंत्र में ही होता है।



## अध्याय 6

### उत्सर्जन-तन्त्र

उत्सर्जन या उत्सर्गी कार्य का सर्वांग तो नहीं, पर अधिकांश गुर्दा या वृक्कों द्वारा किया जाता है। अन्य उत्सर्जक अंग फुफ्फुस या फेफड़े, त्वचा तथा बृहदंत्र है। जैसा कि हम देख ही चुके हैं, फेफड़े कार्बन डाई-ऑक्साइड तथा कुछ जल का उत्सर्जन करते हैं। त्वचा की स्वेद-अस्थियां पानी तथा लवणों को उत्सर्जित करती हैं, यद्यपि जैसा कि हम पन्द्रहवें अध्याय में देखेंगे, जल का यहा वह्निकरण देहीय ताप के नियमन के लिए उत्सर्जन में अधिक महत्त्वपूर्ण है बृहदंत्र का अस्तर ल्यूमेन में कैल्शियम तथा लौह का उत्सर्जन करता है और उसके बाद ये लवण मल के साथ वह्निभूत कर दिए जाते हैं। मल के अधिकांश अन्य मंत्रचक्र उत्सर्गी-उत्पाद नहीं माने जाते, क्योंकि वे उपापचयी व्यर्थ पदार्थ नहीं है। तथापि पित्त-रंजकों को उत्सर्जित पदार्थों में गिना जा सकता है, क्योंकि वे यकृत में हीमोग्लोबिन



**आकृति 18—उत्सर्जन-तंत्र का आरेख**

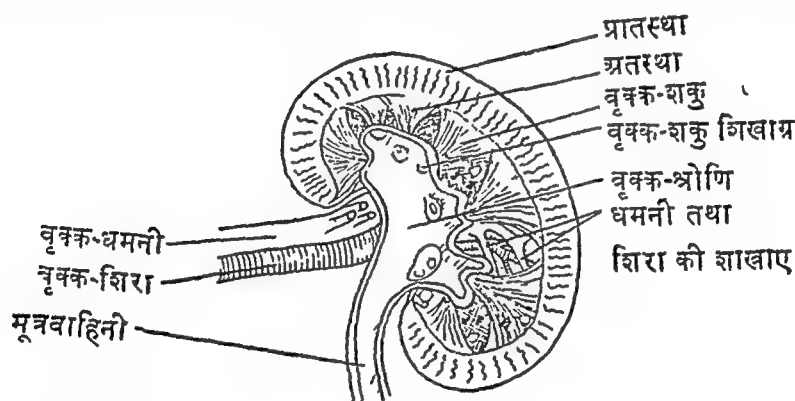
के उपग्रहण से उत्पन्न होते हैं। यहा यह उल्लेख कर देना चाहिए कि मीसा और पारा-जमी भारी धातुओं के शरीर में प्रविष्ट हो जाने पर लार-अस्थियां उनके उत्सर्जन में सहायक होती है। शरीर में मीसे का विष फैल जाने पर मगूटों पर जो नीली धारी पड़ जाती है, वह रीमक सल्फाइड के जमने के कारण बनती है। यह रीमक सल्फाइड लार में स्रवित रीसे के साथ दांतों की ऊपरी पपड़ी में

विद्यमान गंधक की प्रतिक्रिया से बनता है।

उत्सर्जन से हमारा आगय रुधिर से कुछ विणेष कोशिकाओं द्वारा उपापचयी व्यर्थ पदार्थों का निष्कासन होगा। इसके बाद सहायक प्रक्रमों द्वारा देह अपने को इन व्यर्थ पदार्थों से मुक्त कर लेती है। उदाहरण के लिए, रुधिर में पाये जाने-वाले कई व्यर्थ पदार्थों को निकालने का काम वृक्क करते हैं। ये व्यर्थ पदार्थ देह में के पानी के साथ मिलकर मूत्र बनाते हैं, जो इसके बाद देह से मूत्रवाहिनी, मूत्रागय तथा मूत्रमार्ग द्वारा बाहर निकाल दिया जाता है (आकृति 18)।

### मूत्र-तन्त्र का शारीर

वृक्क उदर-गुहा में स्थित फली की शकल वाले दो अंग हैं, जो मध्यच्छद के कुछ ही नीचे और उदर्या से एकदम लगे हुए ही हैं। यदि वृक्क को बीच से खड़ा काट दिया जाए, तो इसके द्रव्य की दो मुख्य परतें दिखलाई पड़ती हैं (जैसा कि आकृति 19 में दिखाया गया है)। वृक्क को अपने भीतर बन्द रखनेवाले सख्त संयोजी ऊतकीय आवरण के एकदम नीचे बाहरी परत प्रातस्था, बल्क या कॉर्टेक्स



### आकृति 19 — वृक्क तथा मूत्रवाहिनी की खड़ी काट

है। यह परत एक आंतरिक परत—अतस्था या मेड्यूला—में मिल जाती है, जो के आकार के कई खंडों की बनी है। इन खंडों को वृक्क-शंकु कहते हैं। हर शंकु का गिखाग्र एक केन्द्रीय थैली में जाता है, जिसे वृक्क-श्रोणि कहते हैं।

सूक्ष्मदर्शी परीक्षण से पता चलता है कि वृक्क कई नलिकीय इकाइयों से मिलकर बनते हैं, जिन्हें 'वृक्काणु' या 'नेफ्रन' कहते हैं। हर नेफ्रन (वृक्काणु) एक कोशिका-स्तवक सपुट के रूप में आरम्भ होता है, जिससे एक लम्बी नली बाहर निकलती है। इस सपुट में पतली, चपटी इपीथीलियम-कोशिकाओं की दो परतें होती हैं, जो उसकी एक गुहा को परिवेष्टित किए रहती हैं। यह गुहा नलिका के ल्यूमेन के साथ जुड़ी रहती है। इस नलिका को कई स्पष्ट भागों में विभाजित किया जा सकता है। सपुट से सीधा निकलनेवाला एक बड़ा मुड़ा-मुड़ा हुआ भाग

है, जिसे 'निकटस्थ लहरदार नलिका' कहते हैं। इसके बाद हेनले-पाश है और उसके बाद एक और मुड़ा-तुड़ा हुआ भाग आता है जिसे 'दूरस्थ लहरदार नलिका' कहते हैं। उसके बाद एक संग्राहक नलिका आती है, जो इसी प्रकार की अन्य नलिकाओं से मिलकर बड़ी नलियां बनाती है, और ये फिर वृक्क-श्रोणि में जा गिरती हैं। यह संपुट और निकटस्थ तथा दूरस्थ लहरदार नलिकाएं प्रातस्था में होती हैं, हेनले-पाश और संग्राहक नलिकाओं का अधिकांश भाग अंतस्था में है (आकृति 19)। प्रत्येक वृक्क में लगभग दस लाख वृक्काणु (नेफ्रन) होते हैं, जिनमें से सीधा करने पर प्रत्येक कोई दो इंच लम्बा बैठता है। वृक्क के सभी नेफ्रनों की सम्मिलित लम्बाई लगभग पैतालीस मील है।

वृक्क की रुधिर-संप्राप्ति के कई लक्षण मूत्र-निर्माण में इसका कार्य समझने की दृष्टि से विशेष महत्त्व रखते हैं। वृक्क-धमनी वृन्तक या हिलम के पास वृक्क में प्रवेश करती है (आकृति 18) और कई शाखाओं में विभाजित हो जाती है, जो अंतस्था से होती हुई अंततः प्रातस्था में चली जाती है। प्रातस्था में की धमनिकाएं निकलकर केशिका-स्तवक संपुट में जाती हैं। इसके बाद हर धमनिका कई छोटे-छोटे केशिका-पाशों में विभक्त हो जाती है, जो संपुट द्वारा निर्मित प्याले में चले जाते हैं। केशिकाओं का यह गुच्छ केशिका-गुच्छा या केशिका-स्तवक कहलाता है। हर केशिका-पाश दूसरे से पृथक् होता है और उसका किसी अन्य पाश से कोई सम्बन्ध नहीं होता। ये पाश फिर से संयुक्त होकर एक धमनिका का निर्माण करते हैं, जो संपुट के बाहर जाकर फिर से कई केशिकाओं में विभक्त हो जाती है। ये केशिकाएं नलिकाओं को रुधिर पहुंचाती हैं। इसके बाद केशिकाएं मिलकर छोटी-छोटी शिराएं बनाती हैं, जो अंत में वृक्क से हिलम या वृन्तक के पास निकलनेवाली एक बड़ी वृक्क-शिरा में मिल जाती हैं।

मूत्रवाहिनी वह नली है, जो मूत्र को वृक्क से मूत्राशय तक लाती है। मूत्रवाहिनी भित्तियों में मूत्राशय की भित्तियों के समान ही चिकनी पेशी की तीन परतें होती हैं। मूत्राशय एक बहुत ही फैल सकनेवाला खोखला अंग है। मूत्राशय से मूत्रमार्ग नाम की एक और नली द्वारा मूत्र बाहर चला जाता है। पुरुषों में मूत्रमार्ग लिंग या शिश्न में होकर और स्त्रियों में भगद्वार के भीतर होकर जाता है।

## मूत्र का निर्माण

मूत्र-निर्माण पर गत बीस वर्षों में ही एक ऐसे सिद्धांत का विकास हो सका है जो उससे सम्बन्धित अधिकतर ज्ञात तथ्यों की व्याख्या कर सकता है।

केशिका-स्तवक संपुट का कार्य—वृक्क रुधिर-संप्राप्ति की शारीरिक विशेषताओं से, और इस तथ्य से कि संपुट-केशिकाओं की आंतरिक परत स्तवक-केशिकाओं पर 'अंगुलियों पर दस्ताने' की तरह चुस्त मढ़ी होती है, यही विचार बनता है कि केशिका-स्तवक से छनकर पदार्थ केशिका-स्तवक संपुट में आते हैं।

केशिका-भित्तियो तथा सपुट-भित्तियो की कोशिकाएँ पतली तथा चपटी होती हैं। ये भित्तियाँ अपनी-अपनी गुहाओं को एक-दूसरे से पृथक् करती हैं। इस कारण अपने में से होकर जानेवाले पदार्थों के छनन के लिए ये भित्तियाँ भली प्रकार अनुकूलित होनी चाहिए। यह बात, कि ऐसा ही होता है, निश्चित रूप से सिद्ध की जा चुकी है। अब यह ज्ञात हो चुका है कि स्तवक-केशिकाओं में का अपेक्षाकृत ऊँचा रुधिर-दाब पानी तथा उसमें धुले उन सभी सूक्ष्म पदार्थों को, जो इन भित्तियों को भेदकर जा सकते हैं, रुधिर से केशिका-स्तवक सपुट में धकेल देता है। यह पाया गया है कि सपुट में रुधिर-प्लाज्मा से मिलता-जुलता एक तरल होता है तथापि इस तरल में प्रोटीन नहीं होते (जिनके अणु इतने बड़े होते हैं कि भिल्लियाँ भेदकर नहीं जा सकते)।

वृक्क-नलिकाओं का कार्य—सपुट तरल की मूत्राशय के मूत्र से तुलना करने पर दोनों की रचना में स्पष्ट विभिन्नताएँ दृष्टिगोचर होती हैं। चूँकि मूत्र-वाहिनी और मूत्राशय मूत्र-वहन और सचय के अतिरिक्त और कुछ कार्य नहीं करते, इसलिए रचना में परिवर्तन मूत्र के वृक्क-नलिकाओं में से गुजरने के समय ही होने चाहिए। ऐसा अनुमान किया गया है कि प्रतिदिन लगभग 180 लिटर तरल वृक्को द्वारा छाना जाता है फिर भी एक औसत दिन में लगभग केवल 1 या 2 लिटर मूत्र ही बाहर निकलता है। इससे यह स्पष्ट है कि जल का एक बहुत बड़ा भाग नलिकाओं में रुधिर को वापस चला जाता होगा।

यहाँ दूसरे परिवर्तन भी होते हैं। प्लाज्मा और सपुट-तरल में शर्करा (ग्लूकोज) होती है, मूत्र में साधारणतया यह नहीं होती। इसके विपरीत, यूरिया (जो प्रोटीन-उपापचयन का व्यर्थ उत्पाद है), रुधिर की अपेक्षा मूत्र में कहीं अधिक सांद्रित होता है। रुधिर तथा सपुट-तरल के मुकाबले मूत्र में ठोस व्यर्थ पदार्थों के सांद्रण में परिवर्तन नलिकाओं में ही होने चाहिए। नलिकाएँ जल और ठोस पदार्थ, दोनों को ही अवशोषित कर लेती होंगी। तथापि, जैसा कि उपरलिखित उदाहरणों से प्रकट होता है, सभी ठोसों का समान अंश में ही पुनरवशोषण नहीं होता। जहाँ शर्करा सामान्यतः पूर्णतः अवशोषित हो जाती है, यूरिया का कहीं कम अंश साधारणतया रुधिर को वापस जाता है।

कुछ अज्ञात गुणधर्मों के कारण नलिकाएँ ठोसों का वरणीय पुनरवशोषण करती हैं। कुछ ठोस उच्च-सीमा-पदार्थ कहलाते हैं, क्योंकि नलिकाएँ उनके अपेक्षाकृत बड़े सांद्रणों को पुनरवशोषित कर सकती हैं। रुधिर में उनका सांद्रण नलिकाओं की अवशोषण-शक्ति से अधिक बढ़ जाने पर ही वे मूत्र में प्रकट होंगे। मिसाल के तौर पर, ग्लूकोज साधारणतया पूर्णतः पुनरवशोषित हो जाता है। लेकिन यदि हम रुधिर में ग्लूकोज का सांद्रण सामान्य से अधिक कर दें, (मिठाई खाकर या ग्लूकोज का इंजेक्शन देकर) तो उसकी अतिरिक्त मात्रा मूत्र में 'छलक' जायेगी। अन्य ठोस निम्न-सीमा-पदार्थ होते हैं, अर्थात् मूत्र में प्रकट होने के लिए रुधिर में उनका अपेक्षाकृत निम्न सांद्रण ही काफी होता है। यूरिया

एक ऐसा ही पदार्थ है। जिन पदार्थों को देह अपने उपयोग में नहीं ला सकती, वे देह के लिए बहुमूल्य पदार्थों की अपेक्षा निम्न सीमा के होते हैं। इस प्रकार जहाँ व्यर्थ पदार्थ अधिकांशतः उत्सर्जित कर दिए जाते हैं, आवश्यक रुधिर-संचक अधिकतर संचित कर लिये जाते हैं। तथापि, यदि आवश्यक रुधिर-संचक को भी आधिक्य हो, तो वे भी व्यर्थ पदार्थ बन जाते हैं और उत्सर्जित कर दिए जाते हैं।

**रुधिर-आयतन का नियन्त्रण**—जो भी वस्तु केशिका-स्तवक केशिकाओं में रुधिर-दाब बढ़ा देगी, वह केशिका-स्तवक सपुटों में तरल का छनना बढ़ा देगी। यदि जल अधिक मात्रा में पिया जाता है, तो इससे रुधिर-आयतन बढ़ने लगता है। सामान्य रुधिर-दाब तथा केशिका-स्तवक-रुधिर-दाब में तज्जनित वृद्धि से छनने की गति बढ़ जाती है, परिणामस्वरूप निर्मित मूत्र का आयतन अधिक हो जाता है। तरल अंतर्ग्रहण कम कर दिया जाने पर या बुखार और निर्जलीकरण होने की अवस्थाओं में उसके विपरीत क्रिया होती है और फलस्वरूप मूत्रप्रवाह कम हो जाता है। इस प्रकार एक बड़ी सीमा तक वृक्क का कार्य ही परिवर्तित रुधिर का आयतन नियंत्रित करता है।

सामान्य से अधिक मात्रा में मूत्र का निष्कासन मूत्रता या डाइयूरिसिस और इसे उत्पन्न करनेवाला पदार्थ मूत्रत, मूत्रवर्धक या डाइयूरिटिक कहलाता है। ग्लूकोज (बड़ी मात्रा में) और यूरिया मूत्रवर्धकों का कार्य करते हैं। ऐल्कोहल सभवतः नलिकायिक पुनरवशोषण को कम करके शक्तिशाली मूत्रवर्धक का कार्य करता है। कॉफी में उपलब्ध औषधि कैफीन वृक्को से रुधिर का प्रवाह बढ़ाकर मूत्रता उत्पन्न करती है।

**मूत्रण**—मूत्र अविरल रूप से बनता तथा मूत्रवाहिनी की क्रमाकुचन-गतियों से मूत्राशय को जाता रहता है। जब मूत्राशय में मूत्र की मात्रा 300 घन सेंटी-मिटर के लगभग हो जाती है, तो मूत्राशय की दीवारों का फैलाव मूत्र-उत्सर्जन की इच्छा उत्पन्न कर देता है। मूत्र-उत्सर्जन की क्रिया मूलतः एक अचेतन प्रति-वर्त है, लेकिन इसे स्वेच्छा से नियंत्रित किया जा सकता है।

मूत्रण में निहित आवश्यक प्रतिवर्ती गतियाँ मूत्राशय की भित्तियों का कुचन और मूत्रमार्ग के आसपास के भाग को घेरनेवाली संवरणी का शिथिलन है। मूत्राशय में काफी दाब उत्पन्न हो जाता है (जो जोर देने पर बढ़ाया जा सकता है) और मूत्र मूत्रमार्ग से बाहर निकाल दिया जाता है। संवरणी का कुचन बनाए रखने पर मूत्रण का ऐच्छिक अवरोध किया जा सकता है।

## अध्याय 7

### कंकाल

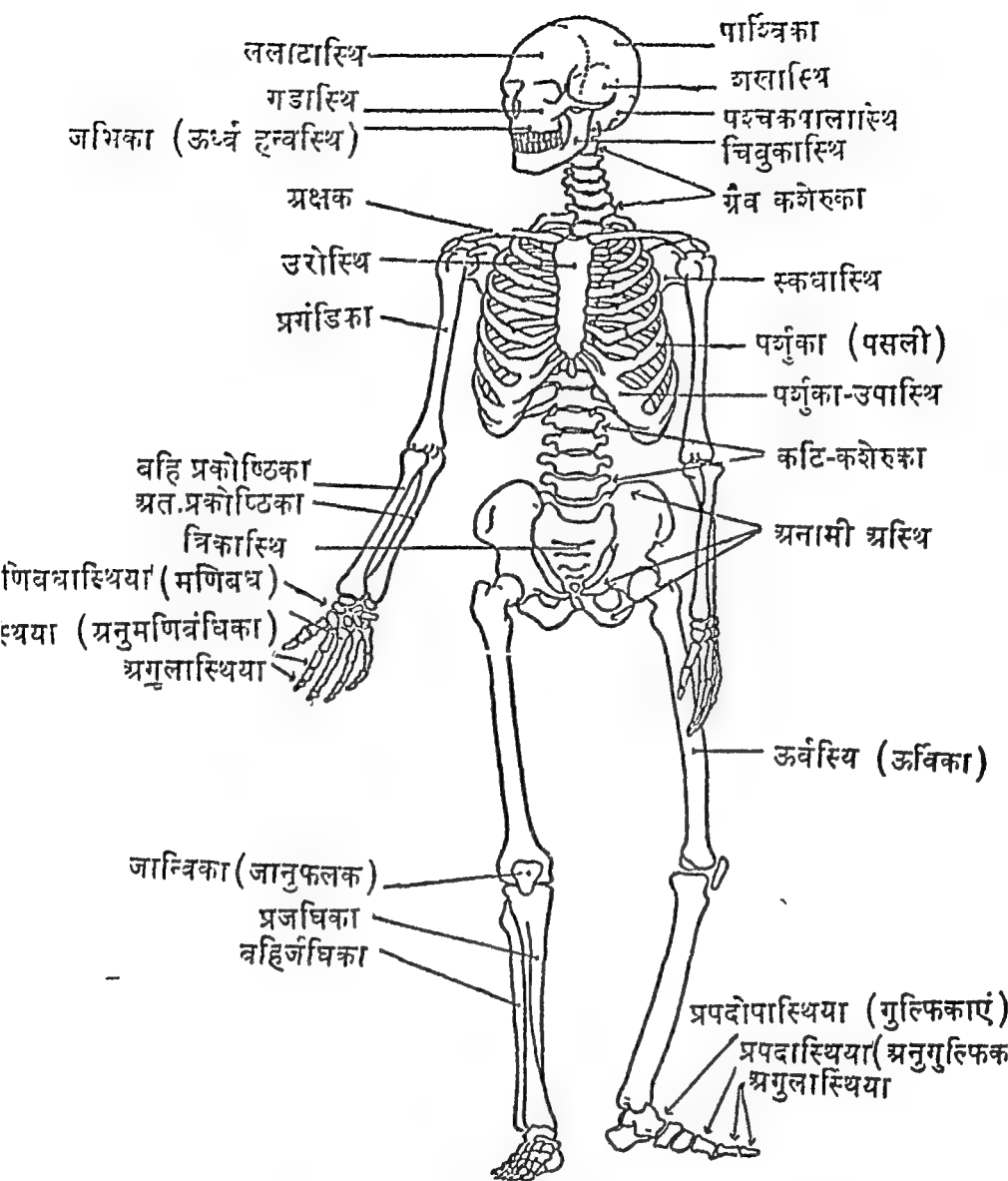
जन्तु-जीवन के निम्नतम स्वरूपों में से कई ऐसे हैं जिनका कोई दृढ़ सरचक्र ढांचा ही नहीं होता। अकशेरुकियों या अकशेरुकदंडियों—विना रीढ़ के जंतुओं—में अगर कंकाल होता भी है, तो वह देह के बाह्य भाग पर जमे एक सख्त बाहरी खोल का ही होता है। सीपों तथा घोघों के कवच तथा कीटों के सख्त बाह्यावरण ऐसे बाह्य कंकालों के उदाहरण हैं। इन जंतुओं के लिए बाह्य कंकाल काफी है, किन्तु ये उन्हें देहीय आकार तथा गति की नम्यता—दोनों ही दृष्टियों से सीमित कर देते हैं।

कशेरुकदंडियों, अर्थात् रीढ़वाले जंतुओं के आन्तरिक कंकाल होते हैं, जो मछली से लेकर मनुष्य तक सभी जीवों में मूलतः समान ही होते हैं। हा, जिन जंतुओं के जीवन तथा संचलन के तरीके बहुत भिन्न हैं, उनमें विभिन्न रूपांतर भी होते हैं। आन्तरिक कंकाल में वृद्धि की क्षमता होती है, इसलिए कशेरुकदंडी आकार में बहुत बड़े भी हो सकते हैं (जैसे हाथी, व्हेल मछली या डाइनोसॉर)। विभिन्न अस्थियों के एक-दूसरे से जुड़ने के विभिन्न तरीकों के कारण संचलन के विभिन्न प्रकार, और कुछ कशेरुकदंडियों में तो गति के खासे जटिल प्रकार (बन्दरो, वन-मानुषों तथा मनुष्यों में हाथ, अंगूठे तथा अंगुलियों की गतियाँ) भी हो सकते हैं।

### कंकाल की अस्थियाँ

कुछ मछलियाँ (शाक और कुकुर मछली इत्यादि) के कंकाल उपास्थि के बने होते हैं; अधिकांश कशेरुकदंडियों की भाँति मनुष्य का कंकाल अस्थि का होता है। मानव-कंकाल कपाल, करोटि या खोपड़ी कशेरुकदंड (रीढ़ की हड्डी) या मेरुदंड और उसके संयोजनों का बना होता है। संयोजकों में पसलियाँ या पशुकाण्ड, अस (कंधे की) मेखला तथा श्रोणि (नितंब) मेखला सम्मिलित हैं। मेखलाओं से शाखाएँ जुड़ी हुई हैं और उरोस्थि पसलियों से जुड़ी हुई हैं।

खोपड़ी कई जुड़ी हुई या मंगलित हड्डियों की बनी है, जिनमें से चलनेवाली हड्डी केवल निचला जबड़ा या चिबुकास्थि है। रीढ़ की हड्डी तेतीस कशेरुकों की श्रृंखला है। एक-दूसरे पर ठीक बैठी ये अपेक्षाकृत छोटी-छोटी हड्डियाँ एक ठोस आधार की बनी होती हैं, जिसके पृष्ठ भाग की ओर एक मेहराब होती है (आकृति 21)। कशेरुक मेहराबों के छिद्रों द्वारा निर्मित गुहा में मेरु-रज्जु या रीढ़ रज्जु है। वक्र पसलियों के बारह जोड़े पीठ में वक्षीय कशेरुकों के साथ संधि बनाते हैं। पहले सात जोड़े सीधे-सीधे सामने की उरोस्थि से जुड़े हुए हैं। आठवें से दसवें तक के जोड़े पहले सातों जोड़ों से छोटे हैं और उपास्थि द्वारा सातवीं पसली से



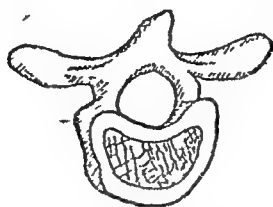
### आकृति 20—कंकाल का रेखाचित्र

जुड़े है। इस प्रकार वे उरोस्थि से परोक्षत ही जुड़े है। ग्यारहवीं और बारहवीं पसलिया 'तैरती' पसलिया कहलाती है, क्योंकि उनका उरोस्थि से कोई संयोजन नहीं है।

देह के दोनो ओर ग्रस (कंधे की) मेखला मे स्कधास्थि या स्केपुला और हसुली या ग्रक्षक है। श्रोणि-मेखला मे मूलतः दोनो तरफ तीन हड्डिया थी। मनुष्य मे इन तीनों का समूह अनामी नाम की एक हड्डी मे सगलित हो गया है। प्रत्येक अनामी अस्थि त्रिक या त्रिकास्थि से, जो पाच त्रिक कशेरुको के सगलन से बनती है, जुड़ जाती है। त्रिक तथा अनामी हड्डिया सामूहिक रूप से श्रोणि-प्रदेश

कहलाती है।

बाहे और टागे भी इसी प्रकार बनी है। प्रत्येक के ऊपरी भाग में एक-एक लम्बी हड्डी होती है, जिनके नाम क्रमशः प्रगडिका तथा ऊर्वस्थि या ऊर्विका है। बाहे के नीचे के भाग में दो हड्डियाँ हैं, जिनमें बड़ी अंतःप्रकोष्ठिका और छोटी



## आकृति 21—एक प्रतिरूप कशेरुका

बहिःप्रकोष्ठिका है। टाग का निचला भाग इसी प्रकार प्रजघिका या अन्तर्जघिका और वहिर्जघिका से मिलकर बना है। कुछ छोटी हड्डियाँ मिलकर कलाई और टखना बनाती हैं, जिन्हें क्रमशः मणिब्रधास्थिया या मणिब्रध और प्रपदोपास्थिया या गुल्फिकाएँ कहते हैं। हाथ के अधिकांश भाग में अनुमणिब्रधिका या करभास्थिया होती है और पैर में अनुगुल्फिकाएँ या प्रपदास्थिया, अगुलास्थिया अगुलियों और अगूठों की हड्डियाँ होती हैं।

## कंकाल के कार्य

कंकाल का कार्य संरक्षण और सहारा देना है। हड्डियों की संधियों के प्रकारों से भी कई तरह की गतियों में सहायता मिलती है। इन पर सोलहवें अध्याय में विस्तार से चर्चा की जायेगी।

खोपड़ी (कपाल या करोटि) मस्तिष्क को पूर्णतः ढाँप लेती है और इसकी घनी जुड़ी हड्डियाँ भारी बाह्य प्रहारों को छोड़कर शेष सभी आघातों से इसका समुचित रक्षण करती हैं। खोपड़ी हमारी कुछ महत्वपूर्ण ज्ञानेन्द्रियों की भी रक्षा करती है। नेत्र अस्थिमय कोटरों के काफी भीतर घुसे हुए हैं और ऊपर की अस्थिमय भ्रूओं से उन्हें अतिरिक्त संरक्षण मिलता है। भीतरी कान (जिनमें ध्वनि की ज्ञानेन्द्रियाँ स्थित हैं) खोपड़ी की शखास्थियों के भीतर होते हैं। गंध और स्वाद की ज्ञानेन्द्रियाँ नासा और मुख-गुहाओं में होती हैं और इन गुहाओं के चारों ओर की हड्डियों द्वारा रक्षित हैं। चेहरे की हड्डियाँ इसे इसका अपना ही लक्षणिक रूप भी देती हैं।

मेरुदंड मेरुरज्जु को भीतर बन्द रखता और उसकी रक्षा करता है। यह देह को कुछ दृढ़ सहारा भी देता है। अपने शीर्ष पर यह खोपड़ी की गतियों में सहायक होता है और वक्ष में यह पसलियों के लिए एक संयोजक का काम देता है। अपने निचले सिरे पर यह श्रोणि-मेखला में बैठ जाता है, जिससे इस क्षेत्र से ऊपर की देह के लिए एक ठोस आधार बन जाता है। अंत के चार कशेरुकों से



काक्सिक्स या अनुत्रिक बनती है, जिसका कार्य तो कुछ नहीं है, पर जो उस पूछ के अवशेष है, जिसे हमने अपने विकासकालीन परिवर्धन के दौरान में गँवा दिया है।

वक्षीय कशेरुकों, पसलिया और उरोस्थि द्वारा निर्मित 'पिंजड़ा' हृदय और फेफड़ों को कुछ रक्षण प्रदान करता है। श्वसन के लिए आवश्यक गतियों के होने में भी इन हड्डियों का बड़ा महत्त्व है।

अस-मेखला मुख्यतः बांह के संयोजन-स्थल का काम देती है। बांह एक ऐसा अंग है, जो पकड़ने, सतुलन करने और रक्षा करने के काम आता है। बानरो, बानमानुषों और मनुष्यों का उगलियों के विरुद्ध रहनेवाला अभिमुखी अंगूठा एक महान् वैकासिक प्रगति है, जो इन्हे वस्तुओं को इस तरह पकड़ने और व्यवहार में लाने की क्षमताएँ प्रदान करता है, जो इसके उदय के पूर्व कभी संभव नहीं थी।

श्रोणि-मेखला टांगों के संयोजन-स्थल का काम देने के अतिरिक्त उनमें देह का भार भी वितरित कर देती है। टांगें बाहों की अपेक्षा अधिक सुदृढ़ रूप से बनी होती हैं, और इसका उनके द्वारा वहन किये जानेवाले भार से सीधा संबंध है। ऊर्विकाओं और अंतर्जंघिकाओं द्वारा देह का भार पैरों की मेहरावों में वितरित हो जाता है। मेहरावें फिर इस भार को एड़ियों और तलवों को बांट देती हैं, जिससे सहारे के लिए अधिक सुदृढ़ आधार और अच्छा संतुलन मिलता है। स्त्रियों के ऊँची एड़ी के जूते चाहे सुन्दर तो लगे, पर वे इस वितरण को बिगाड़ देती हैं और पैरों को जकड़ देती हैं। ऐसे जूतों के दीर्घकालीन उपयोग से पैरों के स्वाभाविक कार्य में गम्भीर दोष उत्पन्न हो सकते हैं।

## हड्डी की संरचना

हड्डी मुख्यतया खनिज द्रव्य की बनी है। फिर भी हड्डी-जैसे सख्त ऊतक में भी 25 प्रतिशत पानी होता है। लम्बी हड्डी को लम्बाई में फाड़ने पर हम उसकी गुहा के तने में भरी पीली मज्जा देख सकते हैं। मोटी बाहरी खोल अस्थि-ऊतक की बनी होती है। ऐसी हड्डी के सिरो पर लाल रूधिर-कोशिकाएँ बनानेवाली मज्जा हड्डी के पतले सुई-जैसे टुकड़ों के बीच छितरी हुई होती है।

हड्डी के इस तने की लम्बाई में चलनेवाली छोटी नालों के चारों तरफ अस्थि-ऊतक की परतें संकेन्द्रित वृत्तों में फैली रहती हैं। इन नालों में रूधिर-वाहिकाएँ होती हैं। पोषक पदार्थ रूधिर से अस्थि-कोशिकाओं तक और भी छोटी-छोटी नालों के जाल द्वारा पहुँचाये जाते हैं। व्यर्थ पदार्थ इसकी विपरीत दिशा में जाते हैं।

चपटी हड्डियों (जैसे पसलियों, खोपड़ी आदि की हड्डियों) की गुहाओं में केवल लाल मज्जा होती है, अन्यथा वे लम्बी हड्डियों की तरह ही होती हैं।

## अध्याय 8

### पेशी-तन्त्र

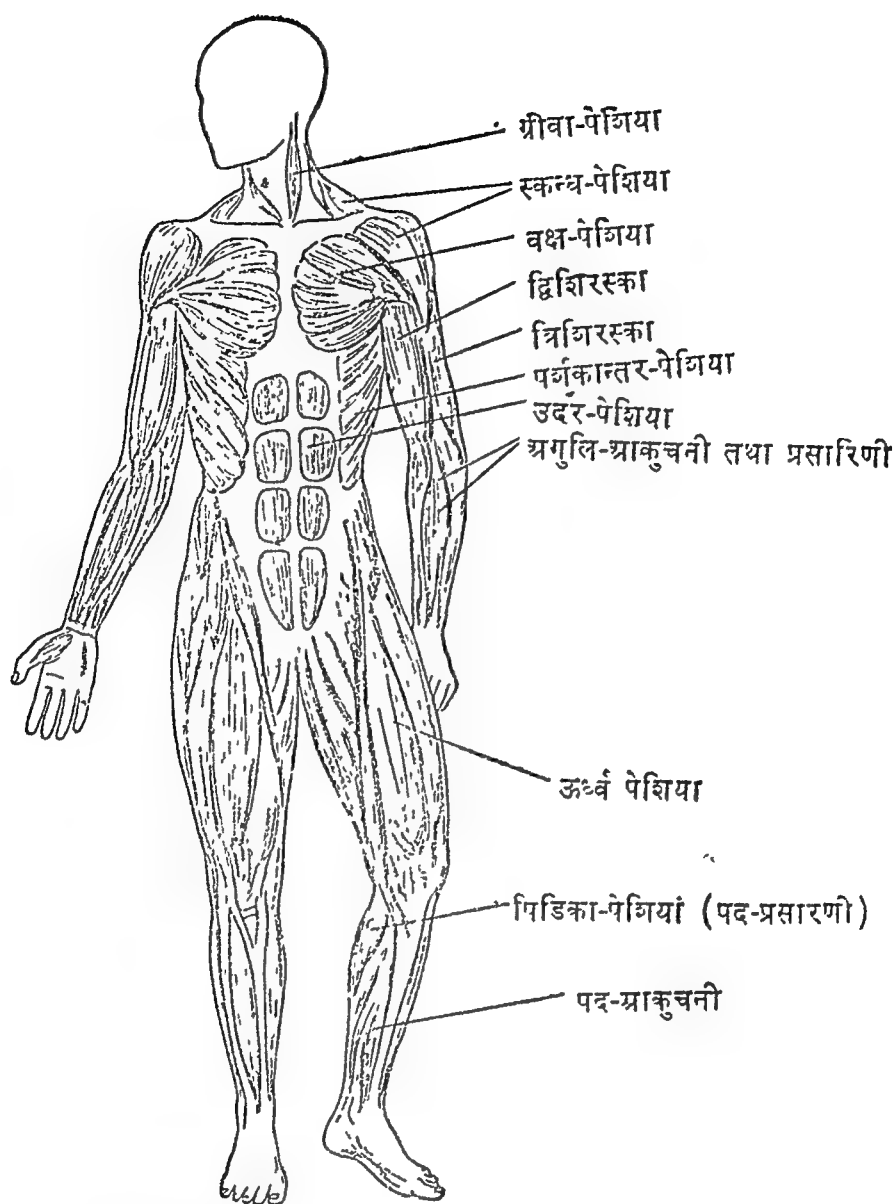
हृद-पेशी की क्रियाओं की तीसरे अध्याय में हम पहले ही चर्चा कर चुके हैं और चिकनी पेशी के विभिन्न रूपों या अनैच्छिक सक्रियता का अध्ययन कर चुके हैं। चिकनी पेशी हृदय के अलावा अन्य आंतरिक अंगों की गतियों से सम्बन्धित है। इसके विपरीत कंकाल-पेशिया या ऐच्छिक पेशिया कंकाल की गतियों को, और कुछ मामलों में त्वचा की गति को भी, सम्भव बनाती हैं।

### चिकनी पेशी और कंकाल-पेशी

कंकाल-पेशी का सम्बन्ध चूँकि प्राथमिक रूप से देह को बाह्य वातावरण के अनुकूल बनानेवाली गतियों से है और चिकनी पेशी का कार्य आंतरिक वातावरण के परिवर्तनों के अनुसार पेशीय गतियाँ करना है, इसलिए हम उनके शारीर तथा क्रियात्मक गुण-धर्मों में भेद पाने की अपेक्षा कर और पा सकते हैं। उनके तन्त्रिका-सम्बन्धों में भी अंतर है। कंकाल-पेशी की कोशिकाओं में केवल एक तन्त्रिका-तन्तु होता है, जो उनका तन्त्रिका-भरण करता है जब कि चिकनी पेशी की कोशिकाएँ दो तन्त्रिका-तन्तुओं वाली होती हैं, जो उन्हें तन्त्रिकोत्तेजित करते हैं। कंकाल-पेशी तन्त्रिका-सवेगों के आने पर कुचित होती है और उनकी अनुपस्थिति में शिथिलित हो जाती है। चिकनी पेशी एक प्रकार के तन्त्रिका-तन्तुओं द्वारा सवेग पाकर कुचित होती है और दूसरी प्रकार के तन्त्रिका-तन्तुओं द्वारा सवेग पाकर शिथिलित होती है। कंकाल-पेशी अपनी नियंत्रक तन्त्रिकाओं की अनुपस्थिति में स्वाभाविक रूप से कार्य नहीं कर सकती, लेकिन कुछ चिकनी पेशिया यह कर सकती हैं, जैसे आंत्रिक रोमाकुर और तालवद्ध उपखंडन करने-वाली पेशिया।

अन्य प्रकार के ऊतकों की तुलना में चिकनी और कंकाल-पेशियों, दोनों की, ही विशेष लाक्षणिकता उनकी कुचनशीलता है। दोनों ही अधिकांश ऊतकों की अपेक्षा अधिक सवेदनशील हैं। कंकाल-पेशी चिकनी पेशी की अपेक्षा विद्युत्-उद्दीपन के प्रति अधिक सवेदी है (इसे सक्रिय करने के लिए क्षीण धारा की ही आवश्यकता पड़ती है); इसके विपरीत चिकनी पेशी रासायनिक उद्दीपन के प्रति (मिसाल के लिए, चिकनी पेशी औषधों द्वारा अधिक सुगमतापूर्वक प्रभावित हो जाती है) सवेदी है।

कंकाल-पेशी चिकनी पेशी की अपेक्षा अधिक शीघ्रता से कुचित और शिथिलित होती है, जबकि चिकनी पेशी कंकाल-पेशी की अपेक्षा अधिक समय तक प्रकुचित अवस्था में रह सकती है। बाह्य वातावरण में आंतरिक वातावरण की अपेक्षा अधिक शीघ्रतापूर्वक परिवर्तन होते हैं और ऐसे परिवर्तनों के लिए प्रायः



## आकृति 22—पेशीतंत्र का रेखाचित्र

समंजन भी इतनी ही तेजी के साथ होते हैं। कंकाल-पेशिया कितनी शीघ्रता से अनुक्रिया करती है, इस पर जीवन-मरण निर्भर कर सकता है।

### कंकाल पेशी के प्रक्रम तथा आचरण

चिकनी पेशी के कुंचन में सन्निहित प्रक्रमों के बारे में हम अपेक्षाकृत कम ही जानते हैं, इसलिए हम अपने को कंकाल-पेशी की सक्रियता तक ही सीमित रखेंगे।

ककाल पेशी-कोशिकाएँ पृथक्-पृथक् तंत्रिका-तन्तुओं द्वारा नहीं तंत्रिको-त्तेजित होती। प्रत्युक्त एक-एक तन्त्रिका-तन्तु कई-कई शाखाओं में विभक्त हो जाता है और अनेक पेशी-कोशिकाओं का तंत्रिकोत्तेजन करता है (अनुपात 1 3 से लेकर 1.165 तक रहता है)। प्रेरक तंत्रिका-कोशिका तथा उसके द्वारा निय-त्रित पेशी-कोशिकाओं को संयुक्त रूप से प्रेरक इकाई कहते हैं। चूँकि पेशियों में हजारों पेशी-कोशिकाएँ हो सकती हैं, इसलिए अनेक तंत्रिका-तंतु अतर्ग्रस्त होते हैं और पेशी पर नियंत्रण उतना ही अधिक सूक्ष्म होता है इस प्रकार उंगलियों की गति को नियंत्रित करनेवाली पेशियाँ बाह्य या पैरों की पेशियों की अपेक्षा अधिक तंत्रिका-तंतुओं द्वारा तंत्रिकोत्तेजित होती हैं।

हर तंत्रिका-तंतु के अंताग और उसकी पेशी-कोशिका के संगम पर पेशी-तांत्रिक मेल नामका ऊतक का विशेषीकृत टुकड़ा दोनों को पृथक् करता है। यह दिखाया जा चुका है कि प्रेरक तंत्रिका के अंताग पर पहुँचकर तंत्रिका-सवेग ऐसीटिलकोलीन नामक द्रव्य की उन्मुक्ति करता है। यह द्रव्य पेशीतंत्रिका-मेल में एक वैद्युत परिवर्तन उत्पन्न कर देता है, जो मेल से पेशी-कोशिका पर फैल जाता है। वह 'पेशी-सवेग' उस ऊर्जा को उन्मुक्त कर देता है, जिससे पेशी कुचित हो जाती है।

यद्यपि पेशी सामान्यतः केवल तंत्रिका-सवेग द्वारा ही उत्तेजित होती है, तथापि यह दिखाया जा सकता है कि वह स्वतः उत्तेजनशील भी होती है। पेशी का सीधा उद्दीपन उसे कुचित कर देता है। लेकिन इस बातको सिद्ध करने के लिए हमें यह सुनिश्चित कर लेना होगा कि पेशी का कुचन पेशी में उपस्थित तंत्रिका-तंतुओं के अंतागों के उत्तेजन के कारण नहीं था। तंत्रिका-प्रभाव दो प्रकार से दूर किया जा सकता है—तंत्रिका को काटकर उसे अपर्कपित होने दिया जाये, या फिर प्रायोगिक जन्तु के रुधिर में क्यूरेयर नामक औषधि इंजेक्ट कर दी जाये। वह औषधि पेशीतंत्रिका-मेलों को निश्चेष्ट करके तंत्रिका से पेशी-कोशिकाओं को संवेगों का मार्ग बदल देती है। इन दोनों में से किसी भी प्रक्रिया के बाद पेशी का उद्दीपन उसे कुचित करवा सकता है। तब वह स्वयं ही उत्तेजनशील होनी चाहिए।

हम यह भी देखते हैं कि पेशी सभी प्रकार के उद्दीपनों (पर्यावरण में परिवर्तनों)—वैद्युत, यांत्रिक (चुटकना), ऊष्मीय (उसे गरम सलाख से छूना), या रासायनिक (उस पर कोई लवण रखना) के प्रति सवेदी है और उनकी अनुक्रिया करती है।

तथापि हम पाते हैं कि हर कोई उद्दीपन ऊतक को—खासकर पेशियों और तंत्रिकाओं जैसे अत्यधिक उत्तेजनशील ऊतकों को—सक्रिय नहीं करता। पर्याप्त होने के लिए उद्दीपन को कुछेक शर्तें पूरी करनी होंगी। सबसे पहली यह कि उसे एक अल्पिष्ठ तीव्रता का होना चाहिए। उदाहरण के लिए, अत्यन्त क्षीण विद्युत-धारा प्रभावी नहीं होगी। फिर, उद्दीपन को एक अल्पिष्ठ अवधि तक बने रहना

चाहिए। अत्यन्त अल्पकालिक विद्युत-आघात उत्तेजित नहीं करेगा। और आखिरी शर्त यह है कि तीव्रता के परिवर्तन की एक अल्पिष्ठ गति होनी चाहिए, अर्थात् प्रभावी होने के लिए तीव्रता को शीघ्रतापूर्वक पर्याप्त शक्ति उत्पन्न कर लेनी चाहिए।

पेशी क्रिया-विज्ञान के बारे में हमारा अधिकांश ज्ञान विच्छिन्न पेशियों पर किए प्रयोगों से प्राप्त किया गया है। जब किसी विच्छिन्न पेशी को पर्याप्त उद्दीपित कर दिया जाता है, तो उसमें जो पहला परिवर्तन दिखाई देता है, वह यह है कि उद्दीपन-बिन्दु से लेकर संपूर्ण पेशी पर एक विद्युत-धारा फैल जाती है। यह विद्युत परिवर्तन पेशी के उस कुचन या सिकुडने की प्रतिक्रिया को प्रारम्भ कर देता है, जिसके दौरान पेशी-आयतन में परिवर्तन आये बिना ही छोटी और मोटी हो जाती है।

यदि ऐसी पेशी को एक ही उद्दीपन दिया जाता है, तो पेशी एक बार कुचित होकर फिर तुरन्त शिथिल होकर उसकी अनुक्रिया करती है। इस साधारण सिकुडन की अवधि बहुत ही अल्प—लगभग  $1/10$  सैकण्ड—होती है किन्तु यदि पेशी लगातार और तीव्र उद्दीपन प्राप्त करती रहे, तो इसकी अनुक्रिया यह होती है कि वह इतने लम्बे समय तक कुचित रहती है कि जब तक उद्दीपन न रोक दिया जाए, या क्रांति न आ जाए। इस प्रकार की अनुक्रिया-पेशी तनाव कहलाती है और यह कई सिकुडनों के मिलने से होती है। फलतः पेशीतनाव-कुचन न केवल साधारण कुचन से अधिक शक्तिशाली ही हो सकता है, वरन् उसका उतार-चढ़ाव भी अधिक सीधा होता है। इसलिए यह कोई आश्चर्य की बात नहीं कि पेशीतनाव-कुचन ही देह में पेशीय गतिविधि का आधार है। यह इस कारण है कि दैहिक सक्रियाओं के समय तन्त्रिकाओं द्वारा पेशियों को इक्के-दुक्के संवेगों के बजाय विशिष्टरूपेण संवेगों के रेल भेजे जाते हैं।

पेशीय कुचन के लिए ऊर्जा उन ईंधन-पदार्थों के खडन से आती है, जिन्हें रुधिर पेशियों तक लाता है। तथापि इस प्रकार से मुक्त हुई समस्त ऊर्जा का अधिक-से-अधिक लगभग केवल चौथाई भाग ही वास्तविक कार्य में उपयुक्त होता है, शेष ऊष्मा में परिवर्तित हो जाता है। चूँकि शरीर का एक बड़ा भाग कंकाल-पेशियों का ही बना है, इसलिए वे शरीर के ताप को कायम रखने के लिए आवश्यक ऊष्मा का सर्वप्रमुख स्रोत है।

## तन्त्रिका-तंत्र

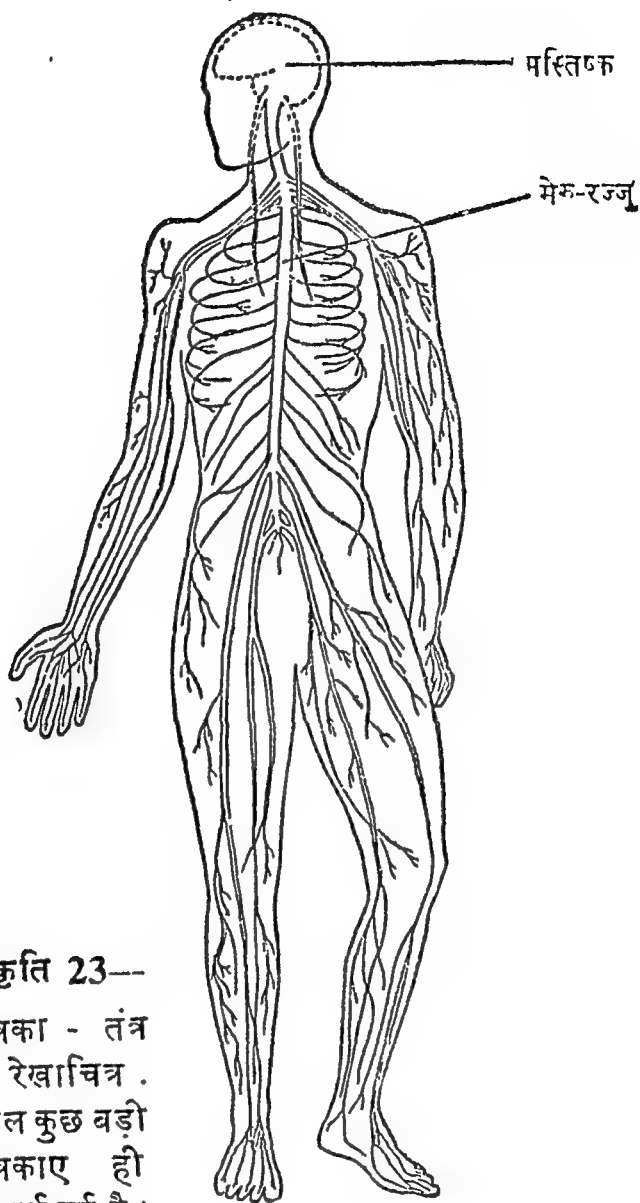
जिन अधिक योग्यताओं के कारण मनुष्य का अन्य सभी जन्तुओं से विभेद किया जा सकता है, वे सब तन्त्रिका-तन्त्र—विशेषकर मस्तिष्क के उच्चतर स्तरों—के कारण ही हैं। तथापि तन्त्रिका-कार्य केवल स्मृति, विवेक और ज्ञान तक ही सीमित नहीं है। यह वह निर्देशक बल है जो शरीर या अंगों का, आंतरिक या बाह्य वातावरण के परिवर्तनों के अनुसार द्रुत समजन सम्भव बनाता है। केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र, मस्तिष्क और मेरु-रज्जु—समस्त ज्ञानेन्द्रियों से प्राप्त सूचना का वितरण-केन्द्र होने के साथ-साथ अंगों को योजित उन सदेवों का उद्गम-स्थल भी है, जो समजन को सम्भव बनाते हैं।

तन्त्रिका-तन्त्र की संरचना इकाई एक विशेषीकृत कोशिका—तन्त्रिका-कोशिका या न्यूरॉन है, जो आवेगों का संचलन बड़ी खूबी के साथ कर सकती है। कोशिका की काय से निकले हुए प्रवर्ध होते हैं (आकृति 24), जो काफी लम्बे भी हो सकते हैं। इन प्रवर्धों पर होकर तन्त्रिका-आवेग केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र में जाते हैं या फिर न्यूरॉन से न्यूरॉन में, या केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र से पेशियों और ग्रन्थियों को। हर न्यूरॉन का 'अक्षतन्तु' या 'एक्सन' नामक केवल एक प्रवर्ध होता है, जो आवेगों को कोशिका-काय से सवहन करके ले जाता है। कोशिका के 'अभिवाही प्रवर्ध' या 'डेड्राइट' नामक एक या अधिक और प्रवर्ध भी होते हैं, जो आवेगों को कोशिका-काय तक संवहित करते हैं। एक्सन तथा डेड्राइट 'तन्त्रिका-तन्तु' भी कहलाते हैं (अपनी अत्यन्त बारीक बनावट के कारण)। देह के सभी भागों को जानेवाले ऐसे तन्तुओं के समूहों को 'तन्त्रिकाएं' कहते हैं।

### तन्त्रिका-प्रक्रम और आचरण

तन्त्रिका-तन्तु पेशी से अधिक उत्तेजनशील होते हैं और इसलिए कम तीव्रता-वाले उद्दीपनों की अनुक्रिया करते हैं। ये तन्तु पेशी से अधिक सवाहक होते हैं।

इसलिए तन्त्रिका-तन्तु में उत्पन्न की उत्तेजक अवस्था पेशी की अपेक्षा अधिक तेजी से संचारित होती है। उत्तेजक अवस्था (तन्त्रिका-आवेग) का सवहन ही तन्त्रिका-तन्तु का एकमात्र कार्य है। वस्तुतः सवहन की प्रक्रिया एक निष्क्रिय प्रक्रिया ही नहीं है—एक बार अपने भीतर आवेग उत्पन्न कर दिया जाने पर तन्त्रिका-तन्तु अपने पूरे विस्तार में आवेग को संचारित करने में सक्रिय भाग लेता है। एक मोटे उदाहरण से तन्त्रिका-तन्तु की इस क्रिया को अधिक स्पष्ट किया जा सकता है। कल्पना कीजिए कि कुछ आलपिनो को एक कतार में इस तरह खड़ा कर दिया गया है कि एक पिन दूसरी के ठीक पीछे लगी हुई



### आकृति 23—

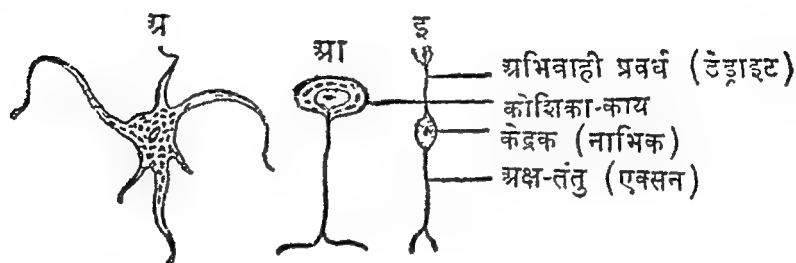
तंत्रिका - तंत्र  
का रेखाचित्र .  
केवल कुछ बड़ी  
तंत्रिकाएँ ही  
दिखाई गई हैं ।

है । मान लीजिए कि ये पिन एक तन्त्रिका-तन्तु के क्रमिक बिन्दुओं के अनुरूप है । अब पहली पिन पर एक गेद फेंकी जाती है और उसका आघात (उद्दीपन) इस पिन को गिरा देता है । गिरते-गिरते पहली पिन दूसरी पिन को गिरा देती है, दूसरी तीसरी को और इस प्रकार अतः तक सभी पिन गिरती चली जाती है । पिनो के एक शृंखला में गिरने से उत्पन्न गति की यह अविरल तरंग तन्त्रिका-आवेग के अनुरूप (वस्तुतः विद्युत-धारा के समान अधिक) होगी । इसमें तरंग के संचरण के लिए अपनी-अपनी बारी में हर पिन आवश्यक है ।

तन्त्रिका को उत्तेजित कर सकने के लिए पर्याप्त उद्दीपन को पेशी के संवध में वर्गीकृत अंतों को पूरा करना चाहिए । उसे एक न्यूनतम शक्ति का, समुचित

अवधि तक चलनेवाला और शीघ्रतापूर्वक न्यूनतम तीव्रता पर पहुँच सकनेवाला होना चाहिए। यदि उसमें ये विशेषताएँ न हुई, तो तन्त्रिका उसकी अनुक्रिया नहीं करेगी।

देह में तन्त्रिका-आवेग सामान्यतः तन्त्रिका-तन्तु के एक छोर पर उत्पन्न होते हैं। मिसाल के तौर पर, न्यूरॉन का एक्सन कोशिका-काय से अपने निकास के बिन्दु पर एक तन्त्रिका-आवेग ग्रहण करता है। इसके बाद यह आवेग केवल



**आकृति 24—न्यूरॉनों के प्रकार (अ) कई प्रवर्ध वाला, (आ) एक प्रवर्ध वाला, (इ) दो प्रवर्ध वाला**

एक दिशा में ही जाता है। किन्तु यदि तन्त्रिका खुली हो, या किसी प्रयोगगत जन्तु की तन्त्रिका का एक लम्बा खंड निकाल लिया गया हो, तो उसे किसी भी बिन्दु पर सप्रभाव उद्दीपित किया जा सकता है। इस प्रकार उत्पन्न तन्त्रिका-आवेग तन्त्रिका-तन्तुओं के सहारे दोनों दिशाओं में चले जायेंगे।

तन्त्रिका इन बातों में पेशी की तरह होती है कि वह भी विद्युत, यांत्रिक, ऊष्मीय तथा रासायनिक उद्दीपनों की अनुक्रिया करती है। अधिकांश मामलों में विद्युत-उद्दीपन ही सबसे अधिक महत्व के होते हैं। कभी-कभी अन्य प्रकार के उद्दीपन भी तन्त्रिका-आवेग उत्पन्न कर देते हैं। उदाहरण के लिए, कुहनी पर की 'कौतुकी अस्थि' (फनी बोन) पर आघात होने से जो अजीब-सी अनुभूति होती है, वह दाव द्वारा बाह में की एक तन्त्रिका के उद्दीपन के कारण उत्पन्न होती है। देह में सामान्य तन्त्रिका-आवेग सम्भवतः विद्युतीय प्रकृति के वातावरणीय परिवर्तनों से उत्पन्न होते हैं। इसलिए प्रयोगात्मक कार्यों के लिए कृत्रिम विद्युत-उद्दीपन प्राकृतिक उद्दीपनों के निकटतम रहते हैं। इसके अलावा विद्युत-उद्दीपन ऊतकों को कम हानि भी पहुँचाते हैं और अधिक सरलता तथा यथार्थतापूर्वक नियंत्रित किए तथा मापे जा सकते हैं।

तन्त्रिका का अध्ययन करने के लिए उसकी क्रियाशीलता का अभिलेखन आवश्यक है। पेशी की क्रियाशीलता के अभिलेखन की अपेक्षा यह कार्य अधिक कठिन है, क्योंकि सक्रिय तन्त्रिका में चलती कोई चीज नहीं देखी जा सकती। कभी-कभी तन्त्रिका-उद्दीपन से जनित पेशीय कुचनों के अभिलेखन द्वारा हम तन्त्रिका के बारे में सूचना प्राप्त कर सकते हैं। तथापि एक कहीं ज्यादा अच्छा



तरीका निकाला गया है, जिसमें बड़े सुग्राही तथा जटिल विद्युत-उपकरण का उपयोग होता है। यह उपकरण तंत्रिकाओं में होनेवाली अतीव सूक्ष्म घट-बढ़ को प्रवर्धित कर देता है, जिससे उन्हें अभिलिखित किया तथा मापा जा सकता है। इस प्रकार के उपकरण के संशोधित स्वरूपों की सहायता से वस्तुतः यह तक संभव हो जाता है कि तंत्रिका-आवेग को देखा और फिर उसे 'फोटोग्राफित' भी किया जा सकता है।

तंत्रिका-आवेग मूलतः एक तंत्रिका-कोशिका तथा उसके भागों में उत्पन्न और उनके द्वारा संवहित एक विद्युत-तरंग है। आवेगों के संचरण में तंत्रिका-तन्तु सक्रिय भाग लेता है। इसके साथ ही यह अपनी विश्राम की मूल अवस्था में लौट जाने में भी सक्रिय भाग लेता है, ताकि यह अन्य उद्दीपनों के प्रति भी सग्रहणशील रह सके। पूर्वावस्था-प्राप्ति की यह प्रक्रिया इतनी तेजी के साथ चलती है कि कुछ तंत्रिका-तन्तु (दीर्घतम) 2000 प्रति-सैकंड आवृत्ति तक के आवेगों का संचरण कर सकते हैं।

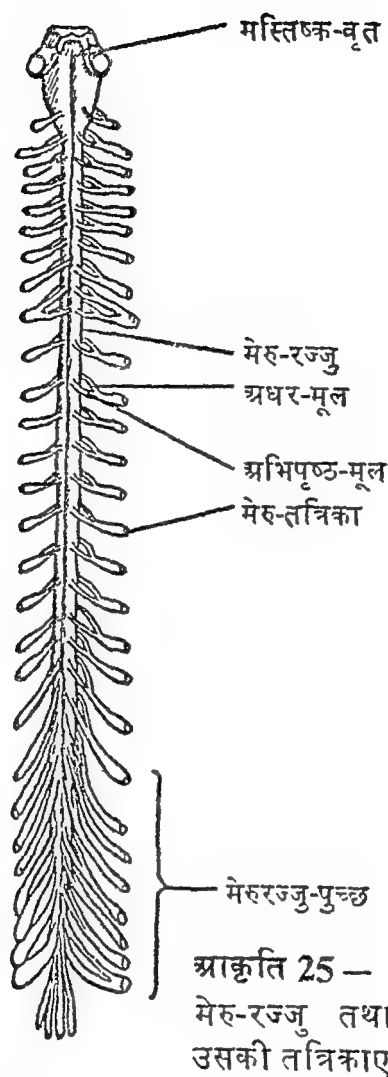
भिन्न-भिन्न आकार के तंत्रिका-तन्तु आवेगों को भिन्न-भिन्न अनुपातों में और विभिन्न सवहन-गतियों से संवहित करते हैं। तन्तु जितना बड़ा होगा, वह उतने ही अधिक आवेगों का सवहन कर सकता है और समय की एक दी हुई इकाई में वह उन्हें उतनी ही ज्यादा तेजी के साथ संवहित करेगा। मानव-देह में आवेगों का सवहन सौ से दो सौ मील प्रति-घंटा तक की गतियों से होता है।

### प्रतिवर्ती क्रिया और मेरु-रज्जु

देह के अन्य तंत्रों में होनेवाली सक्रियताओं के नियंत्रण की चर्चा करते हुए हम प्रतिवर्ती क्रिया के अनेक उदाहरण देख चुके हैं। अब हम प्रतिवर्ती क्रियाओं के शारीरिक आधार तथा प्रतिवर्ती के प्रकार तथा गुणधर्मों की अधिक सूक्ष्मता के साथ जांच कर सकते हैं।

मेरु-रज्जु की संरचना—मेरु-रज्जु अस्थिमय कशेरुको में अच्छी तरह से बन्द है। पूछवाले केशरुकदंडियों (कुत्ता, विल्ली इत्यादि) में मेरु-रज्जु संपूर्ण मेरुदंड में फैली रहती है, लेकिन बिना पूछवालों (मेढक, मनुष्य, बन्दर आदि) में यह कुछ छोटी होती है। मनुष्य में यह दूसरे कटि-कशेरुक के निकट समाप्त होती है (यह कशेरुक वक्षीय प्रदेश के नीचे दूसरा कशेरुक है)। ऊपरी सिरे पर मेरु-रज्जु मस्तिष्क में विलीन हो जाती है।

देह से निकाल देने पर या उघाड़ने पर मेरु-रज्जु एक लंबे सफेद 'सिलिंडर' या 'वेलन'-जैसी नजर आती है (आकृति 25), जो अनुप्रस्थ काट में अंडाकार है। इसके आदिमखंडीय विन्यास का प्रमाण इसके दोनों तरफ निकलनेवाली तंत्रिकाएँ हैं। मेरु-तंत्रिकाओं के 31 जोड़े होते हैं, हर जोड़ा एक मेरु 'खंड' से निकलता है। लेकिन रज्जु के 'खंडों' में आंतरिक रूप से विभेद नहीं किया जा सकता। मेरु-रज्जु के नीचे कई तंत्रिकाएँ उतरती दिखाई देती हैं : वे घोंड़े की



पूछ से मिलती-जुलती है, इसीलिए इस क्षेत्र को 'मेरु-रज्जु-पुच्छ' नाम दिया गया है।

अधिक सूक्ष्म निरीक्षण से यह देखा जा सकता है कि मेरु-रज्जु से हर मेरु-तंत्रिका दो समूहों में निकलती है—पीठ की ओर के अभिपृष्ठ-मूल और उदर की ओर के अधर-मूल। सौ साल से अधिक समय से यह ज्ञात है कि अभिपृष्ठ-मूलों में अभिवाही या सवेदी तंत्रिका-तंतु होते हैं (केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र में प्रवेश करनेवाले) और अधर-मूलों में अपवाही या प्रेरक तंत्रिका-तंतु होते हैं (केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र से निकलनेवाले)। इस प्रकार प्रत्येक मेरु-तंत्रिका में सवेदी और प्रेरक तंतुओं का मिश्रण होता है। फिलहाल हमें यह ध्यान में रख लेना चाहिए कि प्रत्येक अभिपृष्ठ-मूल में एक उत्फुल्लन या उभार होता है, जिसे 'अभिपृष्ठ' या 'मेरु-रज्जु-गुच्छिका' कहते हैं।



प्रवर्ध की दूसरी शाखा द्वारा निकल जाते हैं। वे मेरु-रज्जु में अधर-मूल द्वारा प्रवेश करते हैं। गुच्छिका-कोशिका का प्रवर्ध फिर धूसर द्रव्य के अभिपृष्ठ-शृंग में के मध्यस्थ-न्यूरॉन के अभिवाही प्रवर्धों से सपर्क स्थापित करता है। आवेग इन दोनों न्यूरॉनों के बीच का आवकाश भर देते हैं और मध्यस्थ न्यूरॉन को सक्रिय करते हैं और इस न्यूरॉन के डेड्राइट (अभिवाही प्रवर्ध), कोशिका-काय तथा अक्ष-तंतु पर होकर आवेग चलने लगते हैं। ये आवेग अधर शृंग में एक अपवाही न्यूरॉन के अभिवाही प्रवर्ध को सक्रिय करते हैं और नये आवेग उत्पन्न करते हैं, जो अपवाही न्यूरॉन कोशिका-काय पर होकर जाते हैं और मेरु-रज्जु को इसके अक्ष-तंतु या अपवाही तन्त्रिका-तंतु के मार्ग से छोड़ देते हैं। अपवाही तन्त्रिका-तंतु अधर-मूल और मेरु-तन्त्रिका से होता हुआ पेशी तक जाता है। ये आवेग पेशी-तन्त्रिका मेलों को सक्रिय कर देते हैं (जैसा कि अध्याय 8 में बताया गया है) और सवेदनग्राही (पेशी) की कोशिकाओं को कुचित कर देते हैं। इस प्रकार उगली खिंच जाती है। एक सग्राहक के उद्दीपन का परिणाम किसी सवेदनग्राही अंग की प्रतिवर्ती अनुक्रिया होता है और यह सारी क्रिया सामान्यतः इसके वर्णन में लगनेवाले समय से कहीं तेजी से संपन्न हो जाती है।

हमने अभी तन्त्रिका-तन्त्र की एक नई लाक्षणिकता देखी। तन्त्रिका-कोशिकाएँ एक-दूसरी के साथ अविरल क्रम में नहीं हैं। वरन् वे केवल सम्पर्क में ही आती हैं। दो न्यूरॉनों के सपर्क का क्षेत्र 'अतर्ग्रथन' या 'सनेप्स' कहलाता है। अतर्ग्रथन के गुणधर्म भी लगभग वही हैं, जो पेशी-तन्त्रिका मेल के हैं।

ऊपर-वर्णित प्रतिवर्ती चाप एक सरल चाप है। अधिकांश प्रतिवर्तों में अधिक जटिल चाप सन्निहित होते हैं, यह जटिलता अभिवाही और अपवाही न्यूरॉनों के बीच अधिक मध्यस्थ न्यूरॉनों के सम्मिलन से आती है। मेरु-रज्जु के एक ही खंड के एक ही पार्श्व तक सीमित होने के बजाय तब प्रतिवर्ती चाप में मेरु-रज्जु के दोनों पार्श्व सम्मिलित हो सकते हैं। और उनके एक से अधिक स्तर भी हो सकते हैं। फलतः प्रतिवर्ती अनुक्रिया में कई पेशिया सम्मिलित हो सकती हैं और कुछ सग्राहकों के उद्दीपन से पेशीय कुचनों का जटिल स्वरूप उत्पन्न हो सकता है।

प्रतिवर्ती के प्रकार—सभी प्रतिवर्ती क्रियाएँ उद्दीपनों की अचेतन अनुक्रियाएँ हैं। प्रतिवर्ती के सामान्य उदाहरण 'घुटने का झटका', 'आकुचन' 'प्रतिवर्त' और 'अवातरित-विस्तार' प्रतिवर्त हैं। जब एक टांग दूसरी पर आड़ी रखी जाती है और ऊपर की टांग के घुटने की टोपी या जानु-फलक की कडरा पर आघात किया जाता है, तो वह टांग ऊपर की ओर झटक जाती है। घुटने का यह झटका निचली टांग को आगे बढ़ानेवाली पेशी की कडरा में सग्राहकों के खिंचाव से उत्पन्न उद्दीपन के कारण पैदा होता है। आकुचन-प्रतिवर्त त्वचा के पीड़ादायी उद्दीपन से उत्पन्न प्रतिवर्त है। उदाहरण के लिए, कील पर पैर पड़ जाने की आपकी अनुक्रिया होगी आपकी टांग का मुड़ना और उस पीड़ा देनेवाले उद्दीपन

में उगे हटा देना । उस प्रतिवर्त का सामान्यतः एक सदृशभी प्रतिवर्त अयातनित-विस्तार प्रतिवर्त है । एक पैर के पीछादायी उद्दीपन में यह टांग गिन जाती है और उस अनुभूति में साथ-साथ, दूसरी टांग आगे आ जाती है । उन गतिविधियों में अपने संतुलन बनाये रखने में यह प्रतिवर्त एक प्रादुर्भावमान है ।

प्रतिवर्तों का कई प्रकार से वर्गीकरण किया जा सकता है । अपने उद्गम के अनुसार वे या तो वशागत हैं या अनुभव द्वारा उपाजित हैं । ऊपर दिये सभी प्रतिवर्त वंशागत प्रतिवर्तों के उदाहरण हैं । तम-निष्कास के दौरान उनके पथ-स्थापित-निर्धारित हुए हैं । प्रयोगगत जन्तु में गतिचक्र के नष्ट कर दिये जाने के बाद भी उन सब प्रतिवर्तों को दर्शाया जा सकता है । 'उपाजित' या 'अनुकूलित' अथवा 'अपेक्षाधिक' प्रतिवर्त वे हैं, जो हम किसी कार्य के दोहराये जाने पर सीखते हैं । बाजा बजाने या टांग करने समय उगलियों की गति इत्यादि उनके उदाहरण हैं । चूँकि ये प्रतिवर्त गतिचक्र के उच्चतम स्तरों के अधीन हैं, इसलिए हम उनकी चर्चा आगे करेंगे ।

वर्गीकरण का दूसरा टंग जटिलता के अनुसार वर्गीकरण करना है । 'सरल प्रतिवर्त' वे हैं, जिनमें एक अकेली पैसी एक अकेले उद्दीपन की अनुभूति गहरी है । घुटने का झटका उनका एक उदाहरण है । तथापि अधिकांश प्रतिवर्तों में एक से अधिक पैसियाँ सम्मिलित होती हैं, इसलिए वे 'समन्वित प्रतिवर्त' कहलाते हैं । उदाहरण के लिए टांग के प्राकुचन प्रतिवर्त में एक टांग की पैसी का कुचन (जो टांग को घुटने पर मोड़ देना है) और उसी के साथ दूसरी टांग की पैसी का निधिलन (जो टांग को घुटने से नीचा करता है) दोनों सम्मिलित हैं । 'प्रतिवर्त शृङ्खला' समन्वित प्रतिवर्त ही है, पर वे और भी अधिक जटिल होते हैं—यह प्रतिवर्त की एक शृङ्खला होती है, जिसमें एक प्रतिवर्त अगले प्रतिवर्त के लिए उद्दीपन का कार्य करता है । गतियों का लयबद्ध धम, जिनमें हम चलते-फिरते हैं, एक शृङ्खला-प्रतिवर्त है । बहुत से विस्तारित प्रवृत्तिजन्य वृत्तिक कार्य, जैसे पक्षियों और मधु-मक्खियों की ग्रहणता (घर लौटकर आने की प्रवृत्ति), उसी वर्ग में के प्रतिवर्त हैं ।

यदि प्रतिवर्तों को जन्म देनेवाले सग्राहकों के प्रकारों पर विचार किया जाये तो तीन प्रकार के प्रतिवर्त दृष्टिगोचर होते हैं । बाह्य सग्राहकों का उद्दीपन (यें सग्राहक देह के सनही प्रदेशों में होते हैं) 'बाह्य ग्राही' या 'बाह्य संवेदी' प्रतिवर्तों को उत्पन्न करता है, जैसे पैर की त्वचा के पीछादायी उद्दीपन से उत्पन्न प्राकुचन प्रतिवर्त । आंतरांगों के सग्राहक—'अंतःसग्राहक', 'अंतःग्राही' या 'अंतःसंवेदी' प्रतिवर्त उत्पन्न करते हैं । परिवहन और ध्वसन आदि प्रतिवर्त इस प्रकार के उदाहरण हैं । पैसियों, कजराओं, मधियों और आभ्यन्तर कर्णों के कुछ भागों में स्थित एक और वर्ग में सग्राहक 'मध्यग्राहक' 'ऊतक संवेदी' प्रतिवर्त उत्पन्न करते हैं । घुटने का झटका इसी प्रकार का प्रतिवर्त है ।

प्रतिवर्त और मेरु-रज्जु—प्रतिवर्त चाप की मरचना और उसकी कार्य-प्रणाली के कारण-जनित एक प्रतिवर्तों पैसीय अनुभूति एक अपवाही तंत्रिका के

उद्दीपन से जनित पेशीय अनुक्रिया से बहुत अधिक भिन्न होती है । प्रतिवर्ती अनुक्रिया अधिक देर के बाद आरम्भ होती है और अधिक देर तक चलती है, फिर भी दूसरे प्रकार की अनुक्रिया की अपेक्षा यह अधिक आसानी से अमिश्रित हो सकती है । काफी अलग-अलग सग्राहको से भी प्रायः एक ही प्रतिवर्ती अनुक्रिया प्राप्त की जा सकती है ।

प्रतिवर्ती अनुक्रिया के विशिष्ट गुण प्रतिवर्त चाप में कोशिका-कायो और अतग्रंथनो की उपस्थिति के कारण ही होने चाहिए । उदाहरण के लिए, यदि हम किसी पेशी को जानेवाली तन्त्रिका को एक अकेले उद्दीपन से उद्दीपित करे, तो हमें एक अकेली अनुक्रिया ही प्राप्त होती है—पेशी की एक साधारण धड़क । यदि हम किसी सग्राहक को एक बार उद्दीपित करे, तो हम सामान्यतः एक ऐसी प्रतिवर्ती पेशीय अनुक्रिया प्राप्त कर सकते हैं कि जिसकी प्रकृति पेशी को मरोड़ने की होगी । हुआ यह है कि प्रतिवर्त चाप की तन्त्रिका-भागो के विन्यास और कार्य की विशिष्टताओं के कारण एक अकेला प्रारंभिक उद्दीपन प्रेरक तन्त्रिका पर आवेगो के एक प्रवाह में परिवर्तित हो गया है ।

इसके अलावा, न केवल प्रतिवर्ती उत्तेजन ही, वरन् प्रतिवर्ती अवरोधन भी हो सकता है । हम जानते हैं कि सामान्यतः जब कोई पेशी कुचित होती है तो उसकी विरोधी पेशी को शिथिलित होना ही पड़ता है । इस प्रकार जब हम बांह मोड़ते हैं, तो न केवल कुचनशील पेशिया ही कुचित होती हैं, वरन् विस्तारिक पेशिया भी शिथिलित होती हैं । उसमें निहित उत्तेजन-अनुक्रिया प्रेरक न्यूरॉनों से एक आवेग-शृंखला के विसर्जन द्वारा प्रतिवर्ती ढग से उत्पन्न होती है; अवरोधन अन्य प्रेरक न्यूरॉनों से आवेशो के विसर्जन के प्रतिवर्त द्वारा बढ़ होने का फल होता है । हाल का प्रायोगिक कार्य यह इंगित करता है कि पेशी-तन्त्रिका मेलों की ही भांति, अतग्रंथनो पर भी रासायनिक द्रव्य मुक्त होकर अगली कोशिका पर प्रभाव डालते हैं । निस्सदेह सिरों पर मुक्त हुए वे रासायनिक द्रव्य, जो न्यूरॉनों पर उत्तेजक प्रभाव डालते हैं, सिरों पर मुक्त हुए उन रासायनिक द्रव्यों से भिन्न होते हैं, जो अवरोधन उत्पन्न करते हैं । इन पदार्थों की सही प्रकृति क्या है, यह अभी निश्चित नहीं हो सका है ।

केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र के अत्यधिक सख्यक न्यूरॉन अनेक पृथक्-पृथक् तथा अनेक ही अतस्सवन्धित प्रतिवर्ती पथो में भी समावेशित होते हैं और ये हमारे द्वारा किए प्रतिवर्ती कार्यों की जटिलता के कारण होते हैं । मेरु-रज्जु कई प्रतिवर्ती उत्तेजनो और अवरोधनो का केन्द्र है । (यह नहीं भूलना चाहिए कि मस्तिष्क में भी कई प्रतिवर्ती केन्द्र हैं) ।

रज्जु का एक महत्त्वपूर्ण कार्य आगता संवेदी आवेगो का 'निर्वचन' करना, उन्हें समुचित प्रेरक न्यूरॉन पेशियों या प्रेरक न्यूरॉन अथि-संयोगो को भेजना और इस प्रकार किन्हीं उद्दीपनो के प्रति सहज समन्वित अनुक्रिया सुनिश्चित करना है । उपरोक्त को क्रियान्वित करना रज्जु के दूसरे द्रव्य के न्यूरॉन का एक प्रमुख

कार्य है। दूसरा कार्य रज्जु के एक स्तर से दूसरे स्तर को, और मस्तिष्क से तथा मस्तिष्क को आवेगों को भेजना है। रज्जु के श्वेत द्रव्य में समान गंतव्यों को जाते और समान कार्य करनेवाले आवेगों का संचार करते तंत्रिका-तन्तु गुच्छों या बंडलों में गुच्छित होते हैं। इस प्रकार मेरु-रज्जु एक निष्क्रिय संवहन का काम भी करती है, लेकिन जिन अतस्संस्पर्धियों को ये संयोग संभव बनाते हैं, वे अनेक दैहिक क्रियाओं के समन्वय के लिए आवश्यक हैं।

### स्वायत्त तंत्रिका-तन्त्र

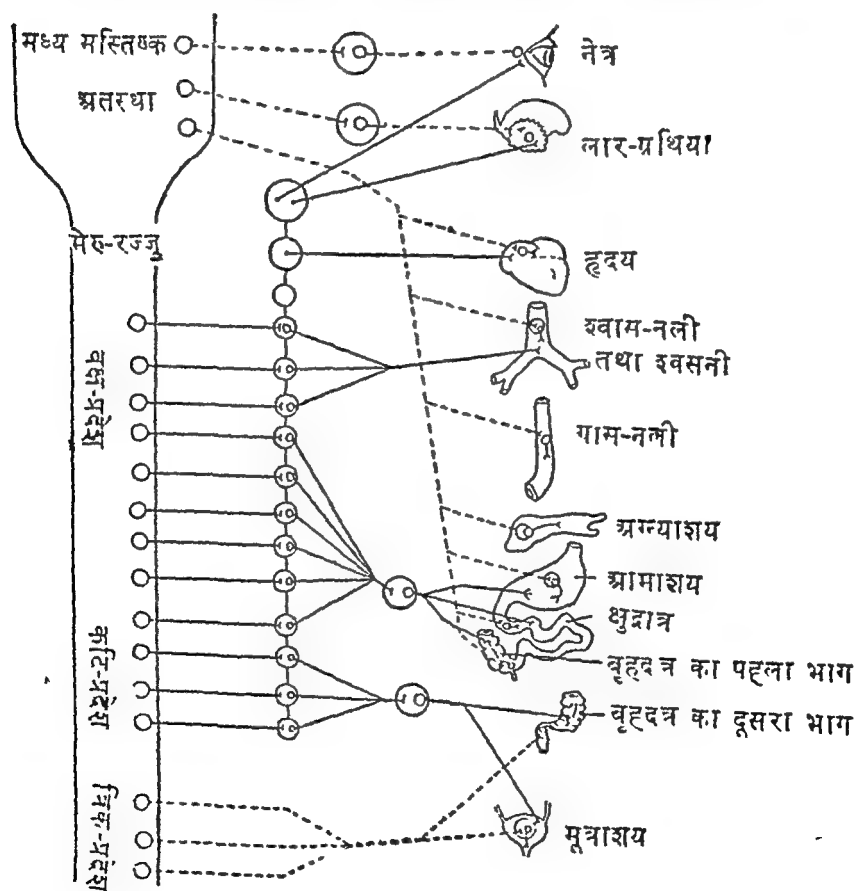
शारीरीय दृष्टि से स्वायत्त तंत्रिका-तन्त्र परिवि-तंत्रिका-तन्त्र का एक विवेक अंग है। आंतरांगों की सक्रियताओं के स्वतः नियंत्रण से सम्बन्धित इस तन्त्र की तुलना दैहिक अंगों (मूलतः कंकाल-पेशियों) को नियंत्रित करनेवाले प्रतिवर्ती तन्त्र से की जा सकती है जिसका अभी ऊपर वर्णन किया गया है।

स्वायत्त तंत्रिका-तन्त्र की संरचना—संरचना और कार्य की दृष्टि से स्वायत्त तंत्रिका-तन्त्र एक दुहरा तन्त्र है। इसके दोनों उपविभाग 'अनुकंपी' तथा 'परानुकंपी' या 'सहानुकंपी' तन्त्र कहलाते हैं। प्रत्येक तन्त्र प्रतिवर्तों के एक-एक तन्त्र पर आधारित है, जो दैहिक अंगों के कुछ भिन्न होता है।

अभिवाही न्यूरोन बहुत-कुछ उन न्यूरोनों-जैसे ही होते हैं, जिनकी हम पहले चर्चा कर चुके हैं। उनका प्रारम्भ विभिन्न आंतरांग क्षेत्रों में संग्राहकों में होता है और उनकी कोशिका-काय एक मेरु-गुच्छिका में या मस्तिष्क के निकट-स्थित एक गुच्छिका में रहती है। इसके बाद वे कपाल-तंत्रिकाओं या अभिपृष्ठ-मूलों से होकर मस्तिष्क या मेरु-रज्जु में चले जाते हैं। केन्द्रीय तंत्रिका-तन्त्र के भीतर अनेक स्वायत्त प्रतिवर्तों के यथार्थ पथ बहुत स्पष्ट नहीं हैं। अभिवाही न्यूरोन या तो प्रत्यक्षतः, या कुछ मध्यस्थ न्यूरोनों द्वारा स्वायत्त अपवाही न्यूरोनों से सम्पर्क बनाते हैं। हमने जिन अन्य प्रतिवर्तों का अध्ययन किया है, स्वायत्त प्रतिवर्त चाप में उनसे भिन्न दो अपवाही न्यूरोन होते हैं। इनमें से पहला केन्द्रीय तंत्रिका-तन्त्र में पाया जाता है और यह अपना अक्ष-तन्तु (एक्सन) रज्जु या मस्तिष्क के बाहर स्थित एक गुच्छिका को भेजता है। इस कारण यह पुरोगुच्छिक न्यूरोन कहलाता है। पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु गुच्छिका में एक न्यूरोन के साथ अंतर्ग्रथन करता है, जो अपना अक्ष-तन्तु संवेदनग्राही (इन्फेक्टर) अंग—चिकनी या हृद्-पेशी या किसी ग्रंथि को भेजता है। यह दूसरा अपवाही न्यूरोन पञ्च-गुच्छिक न्यूरोन है।

अनुकंपी तंत्र—अनुकंपी तन्त्र को कभी-कभी 'वक्ष-कटि विभाग' भी कहा जाता है, क्योंकि इसके पुरोगुच्छिक न्यूरोन मेरु-रज्जु के कटि और वक्ष-खंडों के घूसर द्रव्य में से निकलते हैं। पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु रज्जु के अघर-मूल पर निकलते हैं और फिर मूल में अलग हो जाते हैं। अब वे तीन में से किसी एक स्थान पर समाप्त हो सकते हैं।

मेरु-रज्जु के दोनो ओर गुच्छिकाओं की एक शृंखला है, जिसे अनुकपी शृंखला कहते हैं (आकृति 28)। कुछ पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु कोशिकाओं के साथ इन गुच्छिकाओं में अंतर्ग्रथन करते हैं। इन गुच्छिका-कोशिकाओं से पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तु मेरु-तन्त्रिका से मिल जाते हैं और देह के सतही प्रदेशों की चिकनी पेशी व ग्रन्थियों में बंट जाते हैं, जैसे त्वचा। (कुछ पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तु मेरु-तन्त्रिकाओं में फिर नहीं मिलते, वरन् सिर तथा वक्ष-गुहा के अगो को चले जाते हैं)। अन्य पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु अनुकपी शृंखला की गुच्छिकाओं से अंतर्ग्रथित हुए बिना गुजर जाते हैं और उदर-गुहा में स्थित मुक्त गुच्छिकाओं में जाकर समाप्त हो जाते हैं, जिन्हें 'समपार्श्वी' गुच्छिकाएं कहते हैं। इन गुच्छिकाओं से पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तु उदरीय अगो की चिकनी पेशी और ग्रन्थियों में चले जाते हैं। अन्य, किन्तु अपेक्षाकृत थोड़े, पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु 'अग्र-गुच्छिकाओं' में की



आकृति 28—स्वायत्त तन्त्रिका-तंत्र द्वारा तन्त्रिका-भरणित अग्र परानुकपी (कपालतन्त्रिका) तंतु त्रिदु-रेखाओं द्वारा और अनुकपी (वक्ष-कटि) तंतु ठोस रेखाओं द्वारा दर्शाए गए हैं।



कोशिकाओं के साथ, जो तन्त्रिका-भरणित (तन्त्रिकोत्तेजित) ग्रंथों की दीवारों में स्थित होती हैं, अंतर्ग्रथित हो जाते हैं। इसके बाद पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तु उस ग्रंथ के संवेदनग्राहियों को चले जाते हैं, जो बहुत ही निकट होते हैं।

परानुकंपी या सहानुकंपी तंत्र—परानुकंपी तंत्र का दूसरा नाम 'कपाल-त्रिक विभाग' है, क्योंकि इसकी पुरोगुच्छिक तन्त्रिका-कोशिकाएं मस्तिष्क और मेरु-रज्जु के त्रिक खंडों में पाई जाती हैं। पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु फिर अग्र-गुच्छिक-काओं को चले जाते हैं, जो तन्त्रिका-भरणित ग्रंथों की दीवारों में स्थित होती हैं। पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तुओं को अपने द्वारा नियंत्रित संवेदनग्राहियों तक पहुंचने के लिए थोड़ी दूरी पार करनी पड़ती है।

परानुकंपी तंत्र में गुच्छिकाओं का उतना ही वैभिन्न्य नहीं होता। यह भी ध्यान देने की बात है कि अनुकंपी तंत्र में पुरोगुच्छिक अक्ष-तन्तु अपेक्षाकृत छोटे होते हैं और पश्चगुच्छिक अक्ष-तन्तु लम्बे, जब कि परानुकंपी तंत्र में इसका उल्टा होता है।

स्वायत्त तंत्र के कार्य—आकृति 28 को देखने से पता चलेगा कि लगभग प्रत्येक आतराग को दुहरा तन्त्रिकाभरण प्राप्त होता है—अनुकंपी तथा परानुकंपी, दोनों ही तंत्र इसे तन्त्रिका-तन्तु भेजते हैं। साधारणतया हर तंत्र से आनेवाले तन्तुओं की विभिन्न ग्रंथों पर विरोधी क्रिया होती है।

अनुकंपी आवेगों द्वारा हृदय की गति बढ़ जाती है और परानुकंपी (वेगस) आवेगों द्वारा धीमी पड़ जाती है। पाचक क्षेत्र की चरता और स्नायु परानुकंपी आवेगों द्वारा बढ़ जाते हैं और अनुकंपी आवेगों द्वारा घट जाते हैं। आख का तारा परानुकंपी आवेगों से प्रकुचित हो जाता है और अनुकंपी आवेगों से फैल जाता है। अनेकों आतरागों के साथ ऐसा ही होता है।

विभिन्न तन्त्रों के जिस तन्त्रिका-नियमन की हमने चर्चा की है, उसका अधिकांश स्वायत्त है। स्वायत्त तंत्र, इस प्रकार, जीवन के गतिशील संतुलन को बनाए रखने के लिए एक आवश्यक संयोजक उपकरण है।

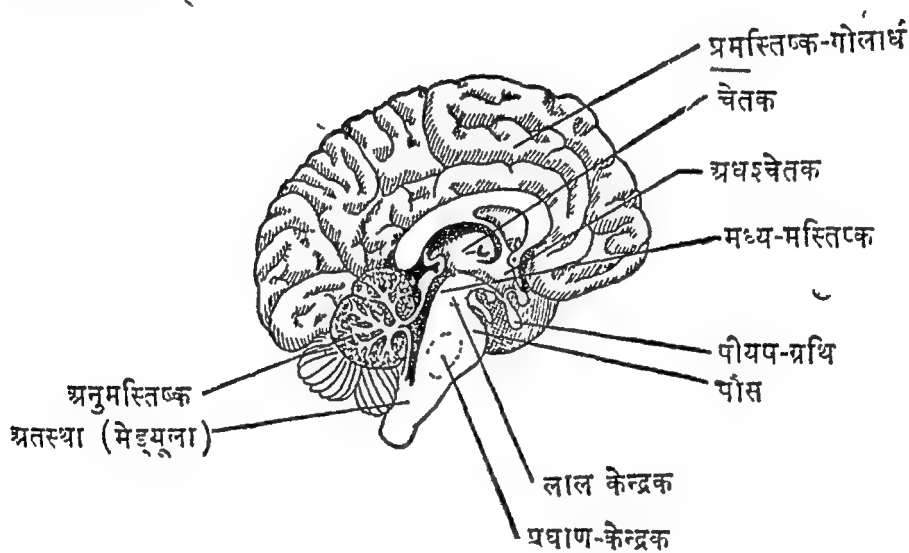
तन्त्रिका-तंत्र के अन्य क्षेत्रों की भांति न्यूरॉनों के मध्य, तथा न्यूरॉनों और संवेदनग्राहियों के मध्य संचार-कारक स्वायत्त तंत्र में रासायनिक पदार्थ हैं। गुच्छिकाओं के सभी अंतर्ग्रथन मेलों पर और परानुकंपी पश्चगुच्छिक अंतागों पर ग्रंथी कोशिका को सक्रिय करनेवाला पदार्थ 'एसिटिकोलीन' है। अधिकांश अनुकंपी पश्चगुच्छिक अंतागों पर कार्य करनेवाला पदार्थ 'नोरेड्रीनेलीन' है।

### मस्तिष्क की संरचना

मस्तिष्क मेरु-रज्जु का ही सिलसिला है। इसका अधिक पुराना भाग—मस्तिष्क-वृन्त देखने में रज्जु से मिलता-जुलता है। हा, इसका आकार बड़ा और इसकी रूपरेखा अधिक अनियमित अवश्य है। सामान्यरूप से इसकी भीतरी बनावट भी बाह्य श्वेत द्रव्य से घिरे आन्तरिक धूसर द्रव्य की है, लेकिन रज्जु

की अपेक्षा मस्तिष्क में ये विभेद कम विश्वसनीय हैं। यहाँ धूसर द्रव्य और श्वेत द्रव्य का कुछ मिश्रण हो गया है, जिसके फलस्वरूप धूसर द्रव्य के कुछ अंश उभर आते हैं। धूसर द्रव्य के ये भुज 'केन्द्र' या 'केन्द्रक' (तन्त्रिका कोशिका-कायो के समूह) कहलाते हैं।

परिवर्धन के साथ-साथ मस्तिष्क-वृन्त के तीन मुख्य विभाग हो जाते हैं—पश्चिममस्तिष्क, मध्यमस्तिष्क और अग्रमस्तिष्क। ये विभाग अपने मूल, खड़ी चरित्र के अस्पष्ट अवशेष कायम रखते हैं और कपाल-तन्त्रिकाओं के वारह जोड़ों को उत्पन्न करते हैं। मस्तिष्क के पूर्णतः निर्मित होते-होते दो बड़े प्रदेश जुड़ चुके होते हैं—अनुमस्तिष्क पश्चिममस्तिष्क से, और प्रमस्तिष्क गोलार्ध अग्रमस्तिष्क से विकसित होते हैं।



### आकृति 29—मध्यरेखा पर कटे मस्तिष्क की भीतरी सतह का एक दृश्य

आकृति 29 में अपनी मध्य रेखा पर आगे कटे हुए मस्तिष्क का आरेख है। पश्चिममस्तिष्क का मस्तिष्क-वृन्तीय भाग मेड्यूला या अतस्था तथा पौंस का बना है। पौंस के अभिपृष्ठ अनुमस्तिष्क है। उसके बाद मध्यमस्तिष्क है। अग्रमस्तिष्क में 'थैलेमस' या 'चेतक', 'हाइपोथैलेमस' या 'अधश्चेतक' तथा 'प्रमस्तिष्क-गोलार्ध' है। अधश्चेतक के नीचे एक डठल से लटकी हुई पिट्यूइटरी या पीयूष-ग्रन्थि है।

अनुमस्तिष्क तथा प्रमस्तिष्क-गोलार्ध—जैसा कि हम कह चुके हैं, ये निर्मितियाँ अधिक आदिम मस्तिष्क-वृन्त के उद्बर्ध (बाद में बड़े हुए अंग) हैं और कशेरुकदंडियों के विकास के साथ-साथ ये अधिक परिवर्धित होते गए हैं। इनमें एक सामान्य बात यह भी है कि उनका धूसर द्रव्य उनकी सतहों पर एक पतली परत में, जिसे 'कोर्टेक्स' या 'अन्तस्था' कहते हैं, जमा है और उनका श्वेत द्रव्य उनकी आरम्भिक राशि का सरचक्र है।

अनुमस्तिष्क एक अत्यधिक आदिम खंड है (आकृति 30 के नीचे का विन्दी-

दार भाग) तथा अपेक्षाकृत वाद में उत्पन्न ग्रन्थ—तथा पश्च-पालियो और ग्रन्थ-मस्तिष्क—गोलार्धों से मिलकर बना है।

विकास-क्रम की प्रगति के साथ-साथ प्रमस्तिष्क-गोलार्ध मस्तिष्क के सर्व-प्रमुख भाग बन जाते हैं। मंदक में वे मस्तिष्क के ग्रन्थ प्रात के छोटे भाग होते हैं; विल्ली में वे पीछे की ओर इतने बढ़ चुके होते हैं कि मध्यमस्तिष्क को ढक लेते हैं, मनुष्य में वे इतने बढ़ चुके हैं कि पीछे की ओर से देखने पर मस्तिष्क के केवल ये ही भाग दृश्य रहते हैं।

प्रमस्तिष्क-गोलार्ध पर अनेक खांचे या परिखाए हैं, परिखाओं के बीच के उभरे हुए क्षेत्र 'कर्णक' कहलाते हैं। सतही ऊतक पर सिकुड़ने पड़ने का कारण यह है कि गोलार्ध के अंतरांग की अपेक्षा यह ज्यादा तेज गति में बढ़ना है। कुछ कर्णक अपेक्षाकृत गहरी दरारे हैं, जिन्हें 'विदर' कहते हैं और ये प्रत्येक गोलार्ध को इन चार पालियो—'ललाट-पालि', 'पार्श्विका-पालि', 'अनुकपाल-पालि' तथा 'ग्रन्थ-पालि'—में विभाजित करने में सीमा-चिह्नों का काम देने हैं।

प्रमस्तिष्क प्रातस्था जटिलतम तन्त्रिका-क्रियाओं का स्थल है। गहन शारी-रीय अध्ययनों के बाद इसे दो सी से अधिक क्षेत्रों में उपविभाजित किया गया है, जो एक-दूसरे से न्यूरॉनों के आकार और विन्यास में भिन्न-भिन्न हैं। अभी हमें इस बात को ध्यान में रख लेना चाहिए कि हर गोलार्ध में एक-एक प्रेरक और विभिन्न संवेदी क्षेत्र पृथक् किये जा सकते हैं (आकृति 31)।

कपाल-तन्त्रिकाएं—बारह कपाल-तन्त्रिकाएं मिर तथा देह के अन्य भागों में अनेक निर्मितियों का तन्त्रिकाभरण करती हैं। पहली कपाल-तन्त्रिका, घ्राण-तन्त्रिका कार्य की दृष्टि से पूर्णतः संवेदी है, इसके तन्तु नासिका में गन्ध-संग्राहकों से लेकर प्रमस्तिष्क-गोलार्धों तक जाते हैं। दूसरी कपाल-तन्त्रिका, दृष्टि-तन्त्रिका, भी पूर्णतः संवेदी तन्त्रिका है, यह नेत्र-गोलक में दृष्टि-संग्राहकों से लेकर चेतक तक जाती है।

तीसरी कपाल-तन्त्रिका, 'नेत्र-प्रेरक तन्त्रिका' पूर्णतः प्रेरक तन्त्रिका है। जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है, इसका सम्बन्ध नेत्रों की गतियों से है। यह नेत्र-गोलक की छ. में से चार पेणियों को तन्तु भेजती है। यह उन पेणियों का भी तन्त्रिका-भरण करती है, जो आंख के तारे के आकार और लैस की वक्रता को नियंत्रित करती हैं। तीसरी तन्त्रिका मध्यमस्तिष्क में उत्पन्न होती है। चौथी तथा छठी कपाल-तन्त्रिकाएं, 'चक्रक' तथा 'उद्विवर्तनी' तन्त्रिकाएं मध्यमस्तिष्क तथा पीस में उत्पन्न होती हैं और नेत्र-गोलक की ग्रन्थ दो पेणियों का तन्त्रिकाभरण करती हैं।

पाचवी, 'त्रिधारा तन्त्रिका' शिर-प्रदेग की मुख्य सामान्य संवेदी तन्त्रिका है। इसके संवेदी तन्तु शिर की त्वचा, दांतों तथा मुख की इन्नेप्मिक ग्रंथियों से पीस में आवेग लाते हैं। यह उन पेणियों की प्रेरक तन्त्रिका भी है, जो निचले जबड़े को चलाती हैं। सातवी 'आनन-तन्त्रिका' मुख्यतः प्रेरक है, इसके तन्तु पीस से चेहरे की पेणियों को और तीन में से दो बड़ी लार-ग्रंथियों को भी जाते हैं। जिह्वा

के सामने के दो-तिहाई भाग पर स्थिर स्वाद-संग्राहको से आनेवाले कुछ सवेदी तन्तु भी इस तन्त्रिका में पाये जाते हैं।

आठवीं 'श्रवण-तन्त्रिका' एकदम सवेदी है। इसमें श्रवण-संग्राहको से आनेवाले और आतरकर्ण में साम्यावस्था के लिए स्थित संग्राहको से आनेवाले तन्तु होते हैं। यह पौस में आवेगों का संवहन करती है। नवी 'कपाल-तन्त्रिका' 'जिह्वाग्रसनी तन्त्रिका' अन्तस्था से तीसरी बड़ी लार-ग्रन्थि को और ग्रसनी की उन पेशियों को, जो निगलने की प्रक्रिया में सम्मिलित रहती हैं, प्रेरक तन्तु भेजती हैं। संवेदी पक्ष में यह जिह्वा के शेष स्वाद-संग्राहकों तथा ग्रसनी की ग्लैंडिक भिल्ली से आवेगों को भीतर ले जाती है।

पिछले अध्यायो में हमारा दसवीं 'वेगस-तन्त्रिका' से कई बार वास्ता पड़ चुका है। इसका नाम बड़ा ही उपयुक्त है, क्योंकि 'वेगस' शब्द का अर्थ ही 'धुमकड़' होता है। इसके अपवाही तन्तु अन्तस्था से ग्रसिका, आमाशय, अत्र, हृदय तथा स्वरयत्र में की पेशी और आमाशय, क्षुद्रात्र और अग्न्याशय की ग्रन्थियों तक जाते हैं। इसके अभिवाही तन्तु फेफड़ों की वायु-कोष्ठिकाओं से, स्वरयत्र तथा आमाशय की ग्लैंडिक भिल्ली और अन्य आतरिक अंगों से आते हैं।

ग्यारहवीं 'मेरु-उपतन्त्रिका' तथा बारहवीं 'अधोजिह्वा-तन्त्रिका' विशुद्ध प्रेरक तन्त्रिकाएँ हैं। दोनों ही अंतस्था से निकलती हैं। प्रथमोक्त कंधे की पेशियों का तन्त्रिकाभरण करती हैं और अन्तोक्त जिह्वा की पेशियों का।

बारीकी से कहे, तो 'विशुद्ध' प्रेरक तन्त्रिकाएँ केवल प्रेरक ही नहीं होती। उनमें उन पेशियों से, जिन्हें वे तन्त्रिकोत्तेजित करती हैं, मस्तिष्क में ऊतक-सवेदी सूचना लानेवाले अभिवाही तन्तु भी होते हैं।

कपाल-तन्त्रिकाओं के अपवाही तन्तु मस्तिष्क-वृन्त के भीतर न्यूरॉनों में (कपाल-तन्त्रिकाओं के केन्द्रक में) उत्पन्न होते हैं। अभिवाही तन्तु संग्राहको में उत्पन्न होते हैं और दृष्टि तथा प्राणतन्त्रिका तन्तुओं के सिवा उन सब की कोशिका-काय मस्तिष्क के बाहर, किन्तु निकट-स्थित गुच्छिकाओं में रहती हैं। इन बातों में कपालतन्त्रिकाएँ मेरुतन्त्रिकाओं से काफी मिलती-जुलती हैं।

निलय तथा प्रमस्तिष्क मेरु-द्रव—केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र का प्रारम्भ एक खोखली नली के रूप में होता है और परिपक्व मस्तिष्क तक में एक गुहा बाकी रहती है, यद्यपि यह भ्रूण-मस्तिष्क की गुहा की अपेक्षा कहीं छोटी होती है। मेरु-रज्जु में इस गुहा का अवशेष केन्द्रीय नाल है। इस नाल का पश्चिमस्तिष्क में जो सिलसिला है, वह चतुर्थ निलय कहलाता है। चतुर्थ निलय की एक पतली भिल्लीमय छत होती है, जो अत्यन्त सवहनीय होती है। चतुर्थ निलय बहुत ही संकरी 'प्रमस्तिष्क-कुल्या' के रूप में मध्यमस्तिष्क में चला जाता है। चेतक प्रदेश में तृतीय निलय की छत भी चतुर्थ निलय की छत-जैसी ही होती है। तृतीय निलय प्रथम और द्वितीय निलयों से संचार बनाये रखता है जिनमें से प्रत्येक एक-एक प्रमस्तिष्क-गोलार्ध में स्थित है।

इन गुहाओं में प्रमस्तिष्क मेरु-द्रव भरा होता है, जो रुधिर से बनता है और प्लाज्मा की तरह ही होना है। प्रमस्तिष्क मेरु-द्रव कुछ तो तृतीय और चतुर्थ निलय की छतों में रुधिर-वाहिकाओं के निरयदन (छानने) में उत्पन्न होता है और कुछ इन भिल्लीमय निर्मितियों की कोशिकाओं की स्राव-क्रिया में।

मस्तिष्क और मेरु-रज्जु तीन संरक्षात्मक भिल्लियों में घिरे होते हैं, जिन्हें 'मेनिज' या 'तानिकाएँ' कहते हैं (इनके गूज जाने से 'मेनिजाइटिस' या 'तानिका-शोथ' नामक रोग हो जाता है)। सबसे बाहरी भिल्ली सयोजी ऊतक की दृढ़ परत है। सबसे अन्दर की पतली भिल्ली की परत मस्तिष्क की सतह को बहुत ही गढ़ कर ढाकती है। बीच की भिल्ली एक जाले-जैसी तन्तु-राशि है। प्रमस्तिष्कमेरु-द्रव इन तन्तुओं के बीच में अवकाश में भी पाया जाता है और अन्तस्था की छत में की छोटी-छोटी दरारों से होते हुए उनके और निलय के बीच परिवहित होता है। अन्त में यह द्रव रुधिर-विवरों द्वारा, जो शिराओं में रिक्त होते हैं, फिर से रुधिर-धारा में प्रवेश करता है।

प्रमस्तिष्क मेरु-द्रव एक संरक्षात्मक कार्य करता है। यह केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र को आकस्मिक झटकों और आघातों से बचाता है, क्योंकि कोमल तथा नाजुक तन्त्रिका-ऊतकों की अपेक्षा द्रव ऐसे आघात अधिक आसानी से सह सकता है।

### प्रेरक सक्रियताएँ

प्रेरक सक्रियताओं से हमारा आशय सभी प्रकार की पेशीय सक्रियताओं से —चाहे वे ऐच्छिक हों, या प्रतिवर्ती—और उन ग्रन्थीय सक्रियताओं से है, जो तन्त्रिका-नियन्त्रण में रहती हैं।

ऐच्छिक गतियाँ—इस प्रकार की सभी गतियाँ प्रमस्तिष्क-प्रातस्थाओं के प्रेरक क्षेत्रों (इनकी सख्या एक से अधिक होती है) में न्यूरोनों के विसर्जन द्वारा प्रारम्भ होती हैं। इन न्यूरोनों से आवेग एक ऐसे पथ पर होकर जाते हैं, जो अधिकांश सम्बन्धित तन्त्रिका-तन्तुओं के लिए मस्तिष्क के दूसरे भाग की ओर चला जाता है। मस्तिष्क-वृन्त तथा मेरु-रज्जु के प्रेरक न्यूरोनों के, जो ककाल पेशी-तन्तुओं को तन्त्रिकोत्तेजित करते हैं, संयोजन हो जाते हैं। देह के दाये भाग पर होनेवाली लगभग सभी गतियाँ वाई प्रमस्तिष्क-प्रातस्था द्वारा प्रारम्भ की जाती हैं।

देह के सभी भाग प्रेरक क्षेत्रों में उलटे ही ढग से प्रतिनिधित्व होते हैं। ऊपरी प्रदेशों का उद्दीपन टांगों की गतियाँ उत्पन्न करता है; बीच के प्रदेशों का घड़ तथा बाहों की, और निचले प्रदेशों का गर्दन तथा सिर की गतियों का। यह प्रतिनिधित्व देह-प्रदेश के आकार की जटिलता के अनुसार होता है। उदाहरण के लिए, प्रेरक क्षेत्रों में हाथ बाह से अधिक और अगूठा अंगुलियों से अधिक स्थान घेरता है।

प्रेरक क्षेत्रों तथा अनुमस्तिष्क-गोलाधों में संयोजन होने के कारण प्रेरक क्षेत्रों में आरम्भ होनेवाली गतियाँ सुसमन्वित होती हैं। प्रेरक क्षेत्रों से आनेवाले तन्त्रिका-तन्तुओं से शाखाएँ निकलती हैं, जो अनुमस्तिष्क-गोलाधों को सक्रिय करती हैं। अनुमस्तिष्क आवेगों को विसर्जित करते हैं, जो प्रेरक क्षेत्रों को वापस भेज दिए जाते हैं। जब ऐसे आवेग प्रेरक क्षेत्रों को पहुँचते हैं, तो उनके न्यूरोन इस प्रकार क्रमिक विसर्जन करते हैं कि जिसके फलस्वरूप विशेष गति के लिए आवश्यक पेशीय कुचन का उचित समय निर्धारण हो जाता है। यदि अनुमस्तिष्क-गोलाध क्षतिग्रस्त या नष्ट हो जाते हैं, तो मनुष्य की पेशीय क्रियाओं में सहक्रियत्व नहीं रहता—शरीर का अत्यधिक झूमना, हिलना-डुलना, लड़खड़ाना और कापती आवाज, इत्यादि। सूक्ष्म नियंत्रण इस सीमा तक नष्ट हो सकता है कि हाथ में पकड़ा काच का गिलास भी पकड़ के जोर से चूर-चूर हो सकता है। यह बात ध्यान में रखने की है कि अनुमस्तिष्कीय क्षति से कोई वास्तविक पेशीय पक्षाघात नहीं होता, जब कि प्रमस्तिष्कीय क्षति के फलस्वरूप आमतौर पर ऐच्छिक गति-सम्बन्धी पक्षाघात हो जाता है। पेशियों की प्रतिवर्ती गतियाँ अब भी संभव होती हैं, क्योंकि ये अन्य तन्त्रिका-पथों के कारण होती हैं।

शरीर की किसी स्थिति या आसन का बनाये रखना, जिसे पहले एक प्रतिवर्ती घटना माना जाता था, अब (कम-से-कम मनुष्यों में) दो कारकों का परिणाम समझा जाता है—(1) देह के विभिन्न भागों के भारों का ककाल के समुचित भागों द्वारा वहन, जिससे कि मानव-ककाल की रचना में निहित उत्कृष्ट 'इजी-नियरी' का आभास मिलता है,—और (2) किसी विशिष्ट स्थिति को कायम रखने के दौरान होनेवाले दैहिक स्थानांतरणों का निराकरण करने के लिए सूक्ष्म ऐच्छिक पेशीय कुचन (ध्यान दीजिए कि एक ही स्थिति में अधिक देर तक स्थिर बने रहना कितना कठिन है)।

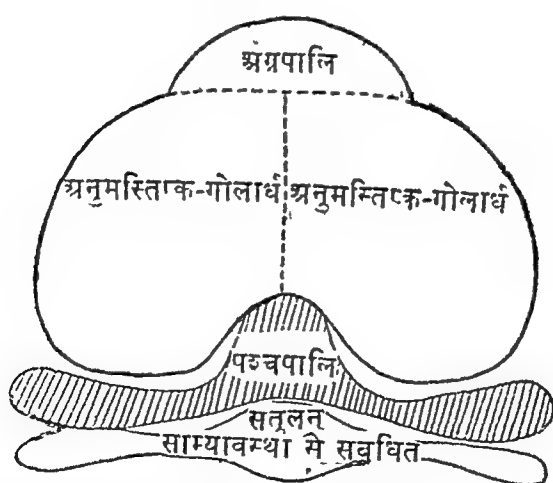
प्रतिवर्त गतियाँ—इस वर्ग में, दैहिक तथा आतराग, दोनों ही प्रकार की अनुक्रियाएँ सम्मिलित हैं। आइये, हम पहले दैहिक अनुक्रियाओं पर विचार करें।

हर बार जब सिर हिल रहा होता है या सामान्य सीधी स्थिति के अलावा और किसी स्थिति में स्थिर होता है, तो संतुलन की ज्ञानेन्द्रियों के संग्राहक सक्रिय हो जाते हैं। परिणामस्वरूप अन्तस्था के प्रधान-केन्द्रको (आकृति 29) में आवेग जाते हैं और इन केन्द्रों से अन्य आवेग मेरु-रज्जु तथा मस्तिष्क-वृन्त में स्थित प्रेरक न्यूरोनों की ओर जाते हैं। ककाल-पेशियों के तज्जनित कुचन ऐसे होंगे कि जो सिर की गतियों या स्थिति के अनुरूप देह के संतुलन को सबसे अच्छी तरह कायम रख सकें। चूँकि सिर कभी भी निश्चल रहता है, इसलिए दैहिक प्रेरक न्यूरोनों पर एक परिवर्ती किन्तु अविरल आवेग-प्रवाह क्रिया करता रहेगा। इस तन्त्र का प्रभाव कुल मिलाकर उत्तेजक है और यह प्रेरक न्यूरोनों को आवेग विसर्जित करने के लिए तैयार रखता है। वास्तव में, जब इस प्रभाव को प्रति-

संतुलित करनेवाले दूसरे तन्त्र कार्य नहीं कर रहे होते, तो प्रायोगिक और चिकित्सकीय प्रमाणों से यही ज्ञात होता है कि अनेक कंकाल-पेशियां लगातार कुचन की अवस्था में बनी रहती हैं; दूसरे शब्दों में अनन्यता या दृढता की स्थिति उत्पन्न हो जाती है।

दैहिक प्रतिवर्त समजन के नियमन में, एक और महत्वपूर्ण युक्ति में अनुमस्तिष्क सन्निहित है। जब भी कंकाल-पेशियां अपनी सक्रियता बदलती हैं (वे लगभग निरंतर ही ऐसा करती रहती हैं), पेशियों या उनकी कंडराओं के भीतर के सग्राहक सक्रिय होकर सवेदी न्यूरॉनों द्वारा आवेग भेजने लगते हैं। ऐसे आवेग अनुमस्तिष्क की अग्र और पश्च-पालियों को प्रेषित कर दिये जाते हैं और उनसे लाल केंद्रक को (आकृति 29)। लाल केंद्रक से आवेग मस्तिष्क-वृन्त और रज्जु के प्रेरक न्यूरॉनों को भेजे जाते हैं, जहां एक सर्वव्यापी निरोधी प्रभाव प्रकट हो जाता है। यह तन्त्र दैहिक प्रतिवर्तों पर एक सुनियामक और समन्वयकारी प्रभाव डालता है।

पेशियों और कंडराओं से समान आवेग प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था को जा सकते हैं और प्रेरक क्षेत्रों को प्रेषित हो सकते हैं। इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि ऐच्छिक गतियां प्रांतस्था द्वारा प्रारम्भित की जाने पर भी शीघ्र ही तन्त्रिका-तन्त्र के अन्य भागों द्वारा प्रभावित हो जाती हैं और प्रतिवर्ती क्रिया द्वारा रूपांतरित होती हैं।



### आकृति 30—अनुमस्तिष्क के भागों का आरेखीय निरूपण

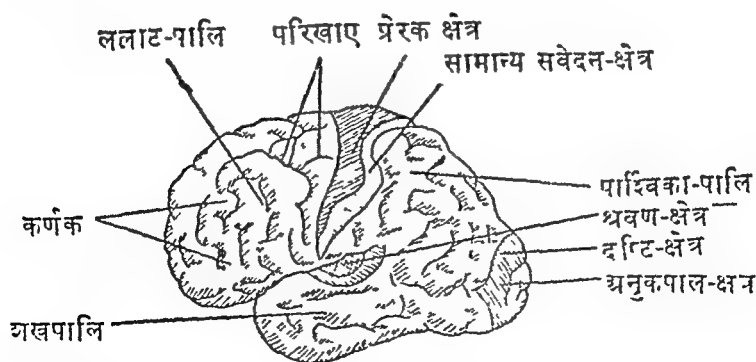
प्रेरक क्षेत्र भी न्यूरॉनों पर एक निरोधी प्रभाव के स्रोत है, जो नीचे के उत्तेजक केंद्रों के प्रतिकरण का काम ही करते हैं। इस उच्चतर प्रभाव की वंचितिका लाक्षणिक परिणाम पेशीय स्तब्धता या अनन्यता है, जैसा कि 'प्रमस्तिष्क-संस्तभ' या 'प्रमस्तिष्क-पक्षाघात' के मामलों में, या प्रमस्तिष्क या उसके घावों के मामलों में देखा जाता है।

हमें यह ध्यान में रखना चाहिए कि मध्यमस्तिष्क प्रदेश में अन्य दैहिक प्रतिवर्ती केन्द्र भी मौजूद हैं। ये केन्द्र सुस्थितिकर 'प्रतिक्रियाओं' में (उत्तान या चित स्थिति से सामान्य स्थिति में आना, जो कुत्ते-विल्लियों को पीठ के बल लेटा देने पर सबसे अच्छी तरह देखा जा सकता है) और दृष्टि तथा श्रवण-उद्दीपनों के प्रति 'चकित प्रतिक्रियाओं' में प्रमुख भाग लेते हैं।

मस्तिष्क के विभिन्न स्तरों द्वारा आतरांगीय प्रतिवर्त गतियाँ भी नियंत्रित होती हैं। यहाँ भी यह घटना देखी जा सकती है कि मस्तिष्क के उच्चतर स्तर निम्नतर स्तरों पर अभिभावी प्रभाव रखते हैं।

मस्तिष्क के निम्नतर स्तर—अतस्था—में अनेक महत्वपूर्ण आतरांगीय प्रतिवर्त केन्द्र स्थित हैं—प्रश्वास तथा उच्छ्वास, हृत्वरण, हृद्वाधक, वाहिकासकोचक, वाहिकासफारक, निगलना या निगरण, लार तथा वमन के केन्द्र। हृद्पेशी या चिकनी पेशी या ग्रंथि-कोशिकाओं की सक्रियता की रफ्तार के नियमन द्वारा ये केन्द्र अपने-अपने नाम द्वारा व्यक्त पृथक्-पृथक् सक्रियता का प्रतिवर्ती नियंत्रण करते हैं।

जहाँ इस स्तर पर केन्द्रों में कुछ परस्पर क्रिया के फलस्वरूप सन्निहित तन्त्रों में कुछ समन्वय हो जाता है, अधिक समन्वयकारी प्रभाव मस्तिष्क के उच्चतर स्तरों—विशेषकर अधश्चेतक तथा मस्तिष्क-प्रातस्था—से ही उत्पन्न होते हैं। इस प्रकार जब अभिवाही आवेग अतस्था-केन्द्रों में पहुँचते हैं, तो हृद्-गति, रुधिर-दाब या पाचक क्रिया में अंतर आ सकता है। लेकिन अभिवाही आवेग जब अधश्चेतक या प्रातस्था-केन्द्रों में पहुँचते हैं, तो ऐसे आवेगों का प्रेषण हो सकता है जो देह के कई तन्त्रों को एक साथ प्रभावित करते हैं और ऐसा समावेशक प्रभाव उत्पन्न करते हैं जो उस व्यक्ति-विशेष के लिए उस समय लाभदायी रहता है।



### आकृति 31—मस्तिष्क-गोलार्ध की बाहरी सतह

प्रेरक पक्ष के संगठन की एक अन्य विशेषता यह है कि वहाँ न केवल दैहिक तथा आतरांगीय सक्रियताओं के नियंत्रण-केन्द्रों के सूची-स्तम्भ ही स्थित हैं, वरन्



तन्त्रिका-तन्त्र के स्तर की उच्चता के अनुसार उनकी दोनों प्रकार की सक्रियताओं में बढ़ता हुआ समन्वय भी है। उच्चतर स्तरों पर आवेगों के विसर्जन में समकालिक दैहिक और आंतरांगीय प्रभाव उत्पन्न होते हैं।

### संवेदन सामूहिक रूप में

मनुष्य कई प्रकार के उद्दीपन को ग्रहण करने के लिए 'संग्राहकों' से लैस है। ये बाह्य तथा आंतरिक दोनों वातावरणों में परिवर्तनों की अनुक्रिया करते हैं। सक्रिय किये जाने के लिए प्रत्येक संग्राहक का ऊर्जा की एक अल्पिष्ठ मात्रा से उद्दीपित किया जाना आवश्यक है। प्रत्येक संग्राहक ऊर्जा के एक विशेष स्वरूप के प्रति विशेष संवेदी होता है और उसे वह किसी भी अन्य प्रकार की अपेक्षा अधिक सरलता से ग्रहण कर लेता है। सक्रिय हो जाने पर संग्राहक अपने में निःसृत होनेवाले अभिवाही तन्त्रिका-तन्त्र में तन्त्रिका-आवेगों का एक प्रवाह का प्रारंभ करके अनुक्रिया करता है।

संवेदनों या इंद्रियानुभूतियों के कई भेद हैं। मनुष्य के केवल 'छूटा' संवेद ही नहीं होता, वरन् 'सान्वा', 'आठवां' और ऐसे ही कितने ही और संवेद भी होते हैं। अलग-अलग संग्राहक अलग-अलग तरह के संवेदनों के प्रति संवेदी होते हैं—कोई प्रकाश, ध्वनि, गंध और घुले हुए रसायनों के प्रति; कोई वेदना, स्पर्श, गरमी-सर्दी, दाब और गुदगुदी के प्रति; कोई धूर्णन और संतुलन में परिवर्तन के प्रति; तो कोई पेणियों, कंडराओं तथा सन्धियों में तनाव के प्रति। कुछ अन्य संवेदनों—जैसे क्षुधा, प्यास तथा कामजन्य संवेदनों—में निहित संग्राहकों और प्रत्यक्ष ज्ञान की विरचनाओं के बारे में हम अपेक्षाकृत कम जानते हैं।

संग्राहकों को हम बाह्य संग्राहकों, अन्तःसंग्राहकों तथा मध्यसंग्राहकों में वर्गीकृत कर ही चुके हैं। इन्हें अन्य तरीकों से भी वर्गीकृत किया जा सकता है। कुछ में उद्दीपनों को वेह के साथ वास्तव में सम्पर्क करना पड़ता है—स्पर्श, गुदगुदी, कुछ प्रकार की वेदनाएं और दाब आदि। दूसरे प्रकार के संग्राहक दूरी से आनेवाले उद्दीपनों का भी संवेदन कर सकते हैं, जैसे दृष्टि तथा श्रवण-संग्राहक। कुछ और संग्राहक ऐसे भी हैं, जो विलीन रसायनों से ही सबसे अच्छी तरह उद्दीपित होते हैं, जैसे स्वाद-संग्राहक।

जानेन्द्रियां संरचना में सरल तन्त्रिका-धोरों से लेकर आंख या कान—जैसे जटिल अंगों तक अनेक प्रकार की हो सकती हैं।

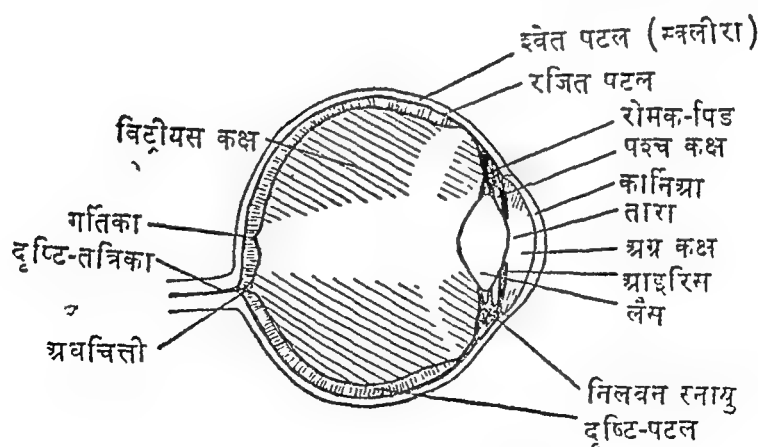
### दृष्टि

दृष्टि वह संवेदन है, जिस पर मनुष्य सबसे अधिक निर्भर करता है। आंखें बड़ी जटिल जानेन्द्रियां हैं, जैसा कि अपने कृत्यों के सम्पादन के लिए उन्हें होना भी चाहिए। दृष्टि एक जटिल प्रक्रिया है, जिसमें प्रकाश-किरणों के प्रति संवेदिता और स्वरूप, रंग, गहनता तथा दूरी का प्रत्यक्ष ज्ञान (बोध) सन्निहित

है। नेत्रों के कृत्यों को समझने के लिए पहले हमें उनकी संरचना जाननी होगी।

नेत्र की संरचना—आख तीन ओर से खोपड़ी की निकली हुई हड्डियों से, और इसके अलावा पलकों से तथा अश्रुओं के स्राव द्वारा भी अभिरक्षित है। कोई चीज अगर आख के अधिक पास आ जाती है या नेत्र-गोलक को सचमुच छूने लगती है, तो 'पलक-कुचन प्रतिवर्त' क्रियाशील हो जाता है। पलक झपकाने की क्रिया, जो सामान्यरूप से लगातार चलती रहती है, एक अच्छा काम यह भी करती है कि वह आखों की अत्यधिक थकान रोकती है। छपी हुई एक पंक्ति को बिना पलक झपकाये, गौर से देखने का प्रयास कीजिये। शीघ्र ही शब्द धुंधले पड़ जायेंगे। अब पलक झपकाइये, आप देखेंगे कि इस अल्प विश्राम ने आपकी दृष्टि को प्रत्यक्षतः स्पष्ट कर दिया है। अश्रु-स्राव, जो अविरल होता रहता है, संवेदी नेत्र-गोलक के सामनेवाले भाग को आर्द्र रखता है और बाहरी कणों तथा उत्तेजकों को बहा देता है। 'अश्रु-ग्रथि' नेत्र-गोलक के विलकुल ऊपर ही स्थित है और किसी बाहरी कण के नेत्र-गोलक के सम्पर्क में आने पर अतिरिक्त अश्रु-स्राव के लिए इसका प्रतिवर्ती उद्दीपन किया जा सकता है। पलक झपकाने से अश्रु नेत्र-गोलक की सतह पर फैल जाते हैं और एक वाहिका द्वारा नासा-गुहा में चले जाते हैं।

गोलिकाकार नेत्र-गोलक की दीवार तीन-परती है (आकृति 32)। बाहरी स्कलीरा या श्वेत पटल सुदृढ़ और तन्तुमय है (यह 'आख की सफेदी' के रूप में दिखाई देता है) और नेत्र-गोलक के सामने की ओर आकर पारदर्शक कॉर्निया में रूपांतरित हो जाता है। बीच का आवरण रजित और सवहनीय 'रजित पटल'



### आकृति 32—नेत्र-गोलक की काट

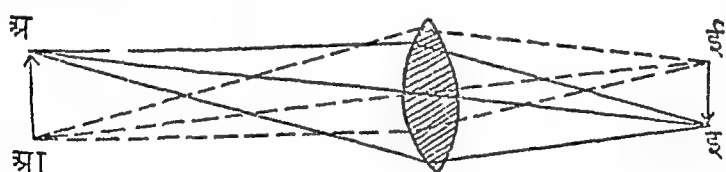
का है, जो 'रोमक पिंड' तथा रंगीन ऊतक के वलय 'आइरिस' के रूप में नेत्र-गोलक के सामने तक जारी रहता है। आइरिस के मध्य का बिन्दु तारा है; तारे की कालिमा का कारण यह है कि इसकी ओर देखनेवाला नेत्र-गोलक का भीतरी

अधियारा भाग देखता है। सबसे भीतरी परत 'रेटिना' या 'दृष्टिपटल' है, जिसमें दृष्टि के संग्राहक, शलाका तथा शंकु हैं, और जहाँ से दृष्टि-तन्त्रिका आरम्भ होती है।

कॉर्निया तथा आइरिस के बीच में अग्र कक्ष और आइरिस तथा स्फटिक (क्रस्टलीय) लेंस के बीच में पश्च कक्ष है। दोनों ही कक्षों में एक जलीय द्रव, 'नेत्रोद' या 'एकुग्रस ह्यूमर' रहता है। नेत्र-गोलक की सबसे बड़ी गुहा 'विट्रियस कक्ष' है, जिसमें एक श्यान (चिपचिपा) द्रव, 'विट्रियस ह्यूमर' रहता है।

**रूप का प्रत्यक्ष ज्ञान (प्रकाश-किरणों का वर्तन)**—एक घनत्व के माध्यम से भिन्न घनत्व के दूसरे माध्यम में प्रवेश करते समय प्रकाश-किरणें मुड़ (वर्तित हो) जाती हैं। इसी कारण एक सीधी छड़ी, जो आधी पानी में है और आधी हवा में, मुड़ी हुई दिखाई देती है। काच के लेंस में, जो एक नियत वक्रता तक घिसा हुआ काच का पारदर्शक टुकड़ा होता है, प्रकाश-किरणों का वर्तन करने का गुण होता है। तथापि प्रकाश की कोई ऐसी किरण वर्तित नहीं होगी जो लेंस की सतह पर लम्ब आकर पड़ती है। लेंस पर कोण बनाकर गिरनेवाली किरणें ही वर्तित होती हैं। कोण जितना बड़ा होगा, वर्तन भी उतना ही अधिक होगा। कॉन्वेक्स या उत्तल लेंस प्रकाश की किरणों को अपने पीछे एक ही बिन्दु पर केन्द्रित या फोकस कर देगा। लेंस के 'निर्गति-बिन्दु' अर्थात् लेंस के प्रकाशकीय केन्द्र' जिससे होकर किरणें बिना वर्तित हुए निकल जाती हैं, और समानांतर किरणों के फोकस-बिन्दु के बीच की दूरी 'मुख्य फोकल दूरी' कहलाती है। इस दूरी का उपयोग लेंस की फोकस-शक्ति के माप के रूप में किया जाता है। लेंस की सतह की वक्रता जितनी अधिक होगी, उसकी वर्तन-शक्ति उतनी ही अधिक होगी और उसकी मुख्य फोकल दूरी उतनी ही कम होगी।

**बिम्ब का निर्माण**—लेंस द्वारा किसी वस्तु का बिम्ब (आकृति 33) में आरेखित तरीके से होता है। अ बिन्दु से आनेवाली सभी प्रकाश-किरणें इ पर फोकस



**आकृति 33— उत्तल लेंस द्वारा वस्तु के उल्टे और छोटे बिम्ब का निर्माण**

की जाती है और अ आ पर के अन्य सभी बिन्दुओं से आनेवाली किरणें लेंस के पीछे के संगत बिन्दुओं पर। इस प्रकार वस्तु का एक उल्टा और छोटा बिम्ब बन जाता है।

आंख में भी बिम्ब-निर्माण का एक समान ही तरीका है। वस्तुतः आंख में

विम्ब-निर्माण की प्रक्रिया कही अधिक जटिल होती है, क्योंकि नेत्र-गोलक में अधिक वर्तक सतह होती है, किन्तु इसमें निहित सिद्धांत और अंतिम परिणाम सरल लेंस-प्रणाली-जैसे ही होते हैं। दृष्टि-क्षेत्र में की वस्तु का दृष्टि-पटल पर एक छोटा उल्टा विम्ब बन जाता है। शिथिलित नेत्र की अधिकांश वर्तन-शक्ति कॉर्निया में होती है, सामान्य नेत्र में दूर (20 फुट या अधिक दूर) की वस्तुओं को देखने के लिए लेंस आवश्यक नहीं होता। सभी व्यावहारिक प्रयोजनों के लिए ऐसी सभी वस्तुओं से आनेवाली प्रकाश-किरणें कॉर्निया के टकराते समय समानांतर होती हैं।

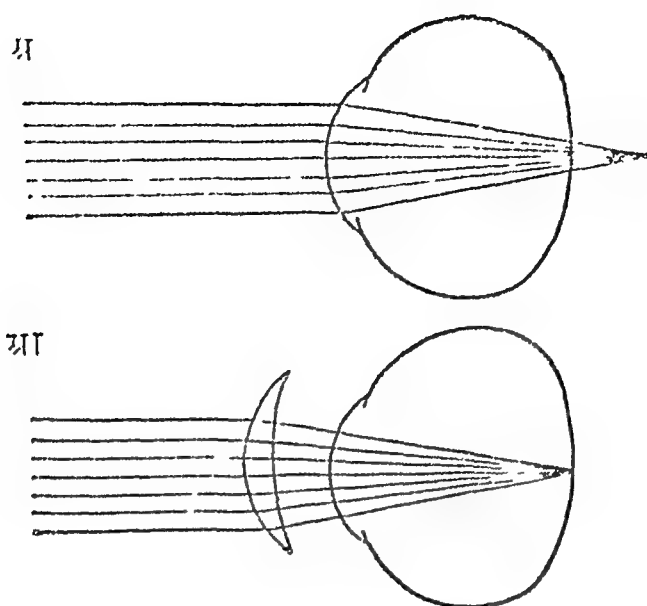
**लेंस का महत्त्व**—यदि लेंस दूरवर्ती वस्तुओं के विम्ब-निर्माण में अपेक्षाकृत महत्त्वहीन है, तो इसका उपयोग क्या है? दूर की वस्तुओं को साफ-साफ देखने के लिए नेत्र के वर्तन-तन्त्र का मुख्य फोकस दृष्टि-पटल पर ही होना चाहिए। लेकिन जब दर्शित वस्तु बीस फुट से कम फासले पर होती है, तब क्या होता है? उससे आनेवाली प्रकाश की किरणें दृष्टि-पटल से टकराते समय अपसारी होंगी और दृष्टि-पटल के पीछे फोकस होंगी। इन किरणों को दृष्टि-पटल पर फोकस करवाने के लिए नेत्र की वर्तन-शक्ति को बढ़ाया जाना होगा।

अब लेंस महत्त्वपूर्ण हो जाता है। आख का लेंस एक प्रत्यास्थ (लचकीला) पिंड है, जिसकी मोटाई बदली जा सकती है। यह जितना ज्यादा मोटा हो जाता है इसकी सतह उतनी ही अधिक वक्र, और वर्तन-शक्ति उतनी ही अधिक होती जाती है। देखी जानेवाली वस्तु जितनी निकट होती है, लेंस को उतना ही अधिक फुलाया जाता है। इस प्रक्रिया को 'स्वतः समायोजन' कहते हैं। यह कार्य रोमक पिंड की 'रोमक पेशियों' के कुचन द्वारा संपादित होता है। इन पेशियों का कुचन 'निलबन स्नायुओं' में तनाव कम कर देता है, जो शिथिलित आख में लेंस को तना हुआ रखते हैं। तनाव कम होते ही अपने लचीलेपन के कारण लेंस फूल जाता है।

स्वतः समायोजन एक सीमा तक ही हो सकता है, अर्थात् एक न्यूनतम अंतर से निकट की वस्तु को स्पष्ट फोकस नहीं किया जा सकता। इसलिए हर नेत्र के लिए स्पष्ट दृष्टि का एक निकट-बिंदु होता है। सामान्य दृष्टिवाले बारह साल के बच्चे के लिए यह बिंदु आख के सामने लगभग ढाई इंच की दूरी पर होता है। उम्र के साथ-साथ लेंस का लचीलापन कम होता जाता है और यह इतनी तेजी के साथ अपना स्वतः समायोजन नहीं कर पाता। यह दशा 'जरा-दूरदृष्टि' या 'प्रेसबायोपिया' कहलाती है। साठ साल की आयु में चूंकि यह निकट बिंदु सामान्यतः हटकर आख से एक गज या उससे भी ज्यादा दूर हो जाता है, इसलिए बूढ़े लोगों को पास की वस्तुएं देखने के लिए चश्मा लगाना पड़ सकता है।

**वर्तन के दोष**—सामान्य आखें प्रकाश की समानांतर किरणों को दृष्टिपटल पर तीक्ष्णता के साथ फोकसित करती हैं, किन्तु कई आखों में वर्तन के कुछ दोष होते हैं।

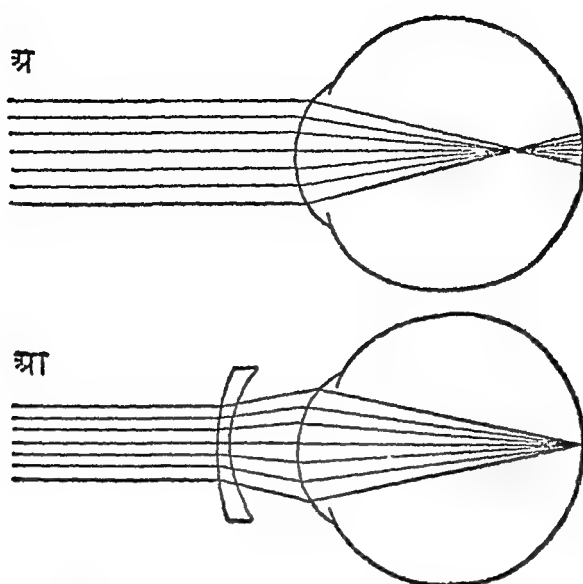
'दूरदृष्टिता' या 'हाइपरोपिया' ऐसे नेत्र-गोलक के कारण उत्पन्न होता है,



**आकृति 34—समानांतर प्रकाश-किरणों दूरदृष्टिता-ग्रस्त नेत्र में दृष्टि-पटल के पीछे फोकस करेगी (अ), और इसीलिए विव धुंधला होगा। उचित उत्तल लेंस इस दिशा को ठीक कर देगा (आ)।**

जो अपनी वर्तन-शक्ति की तुलना में बहुत छोटा होता है। प्रकाश की समानांतर किरणों दृष्टि-पटल के पीछे फोकस होने लगती हैं और विव धुंधला दिखाई देने लगता है (आकृति 34 अ)। स्वतः समायोजन द्वारा दूरदृष्टिताग्रस्त लोग दूर की वस्तुओं को स्पष्ट फोकस कर सकते हैं। लेकिन यदि सुधारा न जाये, तो यह दशा आख पर काफी जोर डालती है। उत्तल लेंस के उपयोग द्वारा (यह लेंस छीरो की अपेक्षा बीच में अधिक मोटा होता है) समानांतर प्रकाश-किरणों को कॉनिया तक पहुँचने से पहले इतना अभिविद्रुत कर लिया जाता है कि वे ठीक से फोकस की जा सकें (आकृति 34 आ)। व्यक्ति जितना ही अधिक दूरदृष्टिताग्रस्त होगा लेंस उतना ही अधिक उत्तल होगा।

‘निकटदृष्टिता’ या ‘मायोपिया’ सामान्यतः अधिक लंबे नेत्रगोलक के फलस्वरूप उत्पन्न होता है। प्रकाश की समानांतर किरणों दृष्टि-पटल के सामने फोकस होती हैं और विव धुंधला बनता है (आकृति 35 अ)। ऐसी किरणों के समायोजन द्वारा निकटदृष्टिताग्रस्त व्यक्ति इस दशा को बिगाड़ ही लेगा और आराम के लिए उसे अवतल (बीच की अपेक्षा किनारों पर अधिक मोटे) लेंस का उपयोग करना पड़ेगा। ऐसे लेंस प्रकाश-किरणों को कॉनिया तक पहुँचने से पहले अपविद्रुत कर देते (बाहर की ओर मोड़ देते) हैं और इस प्रकार उनको फोकस कर देते हैं (आकृति 35 आ)। सामान्य और दूरदर्शी आख में विपरीत, जिसका दृष्टि का को निश्चित दूर-बिंदु नहीं होता (उदाहरण के लिए करोड़ों मील दूर के तारे देखे जा



**आकृति 35—निकटदृष्टिता-ग्रस्त नेत्र में प्रकाश की समानान्तर किरण दृष्टि-पटल के सामने फोकस पर आएगी (अ); और इसलिए बिंदु धुंधला होगा। उचित लेंस इस दिशा को ठीक कर देती है (आ)।**

सकते हैं), निकटदर्शी आँख का एक निश्चित दूर-बिंदु होता है जिसके आगे यह स्पष्टता से नहीं देख सकती।

एक कहीं अधिक सामान्य वर्तन-दोष दृष्टि-वैषम्य या एस्टिगमेटिज्म है। यह कॉर्निया की वक्रता में एक या अधिक तलों में असमानता होने के कारण उत्पन्न होता है। एक तल में की प्रकाश-किरणें ठीक से फोकस हो जाती हैं, जब कि किसी दूसरे तल में नहीं हो पाती। जिस दृष्टिवैषम्यग्रस्त व्यक्ति की दृष्टि में ऊर्ध्वतल में की किरणों के लिए दोष है, वह धन के निशान (+) को देखेगा, तो उसे उसकी खड़ी रेखाएँ धुंधली दिखाई देगी। इस प्रकार के दोष को सुधारने के लिए सिलिंडराकार के लेंस लगाने की राय दी जाती है।

**तारा प्रतिवर्त—**आइरिस में चिकनी पेशी की दो जोड़ी होती है। एक ने तारे को घेर रखा है और कुचन के साथ वह तारे को सकुचित कर देती है। दूसरी पेशी पहिये की तीलियों की तरह होती है, जो अपने कुचन से तारे को फैला देती है।

तेज प्रकाश में तारे का प्रतिवर्ती सकुचन हो जाता है और धीमी रोशनी में यह फैल जाता है। दृष्टि-पटल तक पहुँचनेवाले प्रकाश की मात्रा इन प्रतिवर्तों को आरम्भ करती है और अपनी वारी में ये प्रतिवर्त नेत्र में घुसनेवाले प्रकाश की मात्रा को नियमित करते हैं। जब स्वतःसमायोजन होता है, तब भी तारे का प्रतिवर्ती सकुचन होता है।

ये प्रतिवर्त एक दुहरा कार्य करते हैं। मद प्रकाश में या अधिक दूर की वस्तुएं देखते समय तारे का प्रसार दृष्टिपटल पर अधिक प्रकाश का गिरना संभव बनाता है, जिससे दोनों मामलों में वस्तुएं अच्छी दिखाई देती हैं। पास की चीजें देखते समय तारे का संकुचन प्रकाश की किरणों का अधिक तीव्र फोकस करता है। आंख के लेंस सहित सभी लेंसों में एक दोष होता है, जिसे गोलीय विपथन कहते हैं जिसमें लेंस के परिधीय क्षेत्र या परिमा से गुजरने वाली किरणें उसके केन्द्र से गुजरनेवाली किरणों के सामने फोकस हो जाती हैं, फलस्वरूप बिम्ब अंगतः धुंधला बनता है। तारे का संकुचन किनारे की किरणों को खत्म कर देता है और इस प्रकार दृष्टि के पैंनेपन में सहायता देता है।

शलाकाएं और शंकु—दृष्टि-पटल के प्रकाश-संवेदी तत्त्व शलाकाएं तथा शंकु हैं। यो तो समस्त प्रोटोप्लाज्म ही प्रकाश के प्रति कुछ संवेदी प्रतीत होता है, लेकिन इन संग्राहकों-जैसी विषेपीकृत कोशिकाएं कहीं अधिक संवेदी होती हैं।

दृष्टि-पटल के मध्य में 'गर्तिका' नामक एक छोटा-सा गढ़ा है (आकृति 32), जिसमें केवल शंकु होते हैं। गर्तिका के किनारों पर गर्तिका से दूरी बढ़ने के साथ-साथ शंकुओं की संख्या कम होती और शलाकाओं की संख्या बढ़ती जाती है। गर्तिका के एक तरफ दृष्टि-तन्त्रिका के निर्गम का स्थान है। यह प्रदेश 'अन्ध बिन्दु' या 'अन्धचित्ती' कहलाता है, क्योंकि इस पर पड़नेवाली प्रकाश-किरणों का प्रत्यक्ष ज्ञान नहीं होता। इस प्रकार प्रकाश-किरणें केवल तभी देखी जा सकती हैं कि जब वे शलाकाओं तथा शंकुओं पर पड़ें, न कि तब कि जब वे तन्त्रिका-तन्तुओं पर पड़ती हैं।

दृष्टि नीललोहित—शलाकाओं में 'दृष्टि नीललोहित' नाम का एक रसायन होता है, जो प्रकाश की उपस्थिति में विरंजित होकर पीले रंग का हो जाता है। अंधेरे में यह अपनी नीललोहित अवस्था में लौट आता है। विश्वास किया जाता है कि नीललोहित में उत्प्रेरित रासायनिक परिवर्तन शलाकाओं में उठनेवाले तन्त्रिका-आवेगों को प्रारम्भ करता है। शंकुओं में भी इसी प्रकार की प्रकाश-रासायनिक प्रक्रिया के होने का विश्वास किया जाता है, लेकिन उसके बारे में अभी अधिक ज्ञात नहीं है।

केन्द्रीय दृष्टि की परिमीय दृष्टि से तुलना—जब गर्तिका में उद्भूत दृष्टि, या केन्द्रीय दृष्टि की दृष्टि-पटल के छोरों पर उद्भूत दृष्टि या परिमीय दृष्टि से तुलना की जाती है, तो यह देखा जाता है कि केन्द्रीय दृष्टि बहुत प्रखर और रंगीन होती है; तेज प्रकाश में यह सबसे अच्छी होती है और धुंधले प्रकाश के प्रति यह अपने को अच्छी तरह से अनुकूलित नहीं कर सकती; परिमीय दृष्टि कम प्रखर और रंगहीन होती है और यह धुंधले प्रकाश में ही सबसे अच्छी होती है और उसके साथ अपने को खूब अनुकूलित कर लेती है। गर्तिका में चूँकि केवल शंकु ही होते हैं, इसलिए केन्द्रीय दृष्टि की लाक्षणिकताएं उन्हीं के कारण होनी चाहिए और परिमीय दृष्टि-शलाकाओं द्वारा व्यवहित की जानी चाहिए।

शलाकाओं की अपने को धुधले प्रकाश के प्रति अनुकूलित करने की क्षमता उन्हें शकुओं की अपेक्षा निम्न तीव्रता के प्रकाश के प्रति अधिक सवेदी बना देती है। इसलिए धुधली रोशनी में अच्छी तरह देखने का सबसे अच्छा तरीका यह है कि आप वाछित वस्तु पर दृष्टि को प्रत्यक्ष फोकस न करें, क्योंकि ऐसा करने से उसकी प्रकाश-किरणें गतिता पर पड़ेगी। वस्तु की ओर केन्द्र से कुछ हटकर (तिरछा) देखना अधिक वाछनीय है, ताकि प्रकाश की किरणें वही गिरे जहाँ शलाकाओं की सघनता अधिकतम है। रात में किसी धुधले तारे को पहले सीधे देखने की कोशिश कीजिए और फिर अपनी दृष्टि को तिरछा कर दीजिए—दृष्टि की स्पष्टता में सुधार तुरन्त हो जाएगा।

**रंग का प्रत्यक्ष बोध**—रंग-दर्शन के अधिकांश सिद्धान्त रंग का प्रत्यक्ष बोध तीन भिन्न प्रकार के शकुओं के कारण मानते हैं, जिनमें से प्रत्येक तीन में से एक-एक प्राथमिक वर्णक्रमीय रंग के प्रति सवेदी है। दृश्य वर्णक्रम में लाल, हरा तथा नीला—ये तीन रंग हैं। इन तीनों का संयोग सफेद रंग पैदा कर देता है—और तीनों प्रकार के शकुओं का समकालिक उद्दीपन सफेद रंग के प्रत्यक्ष ज्ञान का कारण माना जाता है उद्दीपनों के अन्य संयोग हमारे द्वारा देखे जानेवाले अन्य रंग उत्पन्न करते हैं।

रंग-दर्शन की समस्याएं जटिल हैं और, अभी तक, उनका बड़ा असमुचित उत्तर मिल पाया है। कोई एक सिद्धान्त सभी ज्ञात तथ्यों की व्याख्या नहीं कर पाया है। हमें इस अत्यंत रुचिकर तथा जटिल प्रक्रिया के किसी समाधान की प्रतीक्षा करनी होगी।

**गहराई तथा दूरी का प्रत्यक्ष ज्ञान**—त्रिविमितीय विश्व का समुचित प्रत्यक्ष ज्ञान अधिकांशतः इसी कारण है कि मनुष्य के द्विनेत्री दृष्टि है—वह दो आंखों से देखता है। जो इतनी पृथक्-पृथक् है कि उसी वस्तु के जरा भिन्न-भिन्न दृश्य ग्रहण कर सकती है इसके बाद मस्तिष्कगामी दृष्टि-पथ की बनावट इन दो बिंदुओं का हमारे मानस-नेत्र में एक बिंदु में सलग्न संभव बना देती है।

**दृष्टि-पथ**—शलाकाएं तथा शकु दृष्टिपटल में कुछ मध्यस्थ न्यूरोन्सों के साथ अंतर्ग्रथित होते हैं, जो स्वयं अपनी बारी में दृष्टितन्त्रिका-तन्तुओं को जन्म देते हैं। प्रत्येक दृष्टि-तन्त्रिका मस्तिष्क को जाती है, जहाँ प्रत्येक दृष्टि-पटल के आंतरिक अर्धांश के तन्तु मस्तिष्क के दूसरे भाग की तरफ चले जाते हैं। अब प्रत्येक दृष्टि-पटल के दक्षिणार्ध के तन्त्रिका-तन्तु दृष्टि-मार्ग के रूप में चेतक (थैलम) को जाते हैं। चेतक से प्रमस्तिष्क-प्रातस्था के दाहिने दृष्टि-क्षेत्र को नये तन्तु जाते हैं। प्रत्येक दृष्टि-पटल के वामार्ध से आनेवाले तन्तु इसी तरह के रास्ते से होकर बाएँ दृष्टि-क्षेत्र को जाते हैं।

**संगत-विन्दु दृष्टि**—एक दृष्टि-पटल पर के प्रत्येक विन्दु का दूसरे दृष्टि-पटल पर एक संगत विन्दु होता है। दृष्टि-पथों के विन्यास के कारण संगत विन्दुओं से आनेवाले तन्त्रिका-आवेग दृष्टि-क्षेत्र में एक ही विन्दु को भेजे जाते हैं, जिसके



फलस्वरूप दृष्टि-पटलों पर यद्यपि दो बिम्ब बनते हैं, तथापि होता केवल एक बिम्ब-संवेदन ही है।

वे सभी बिम्ब, जो संगत बिन्दुओं पर नहीं पड़ते, दो बिम्ब-संवेदन उत्पन्न करेंगे। वस्तुतः फोकस की जानेवाली वस्तु के अलावा दृष्टि-क्षेत्र की अन्य सभी वस्तुएं दोहरी दिखाई देती हैं। हम एक ही वस्तु पर अपनी एकाग्रता के कारण साधारणतः इन बिम्बों का अनुभव नहीं करते। इन युगल बिम्बों को देखने के लिए दो पेंसिलों को एक-दूसरे से कोई फुट-भर के फासले पर आगे-पीछे रखिये। जब आप इनमें से किसी एक पेंसिल पर अपनी दृष्टि फोकस करेंगे, तो आपको दूसरी पेंसिल दोहरी दिखाई देगी।

ये सामान्य घटनाएं हैं। तथापि युग्म बिम्ब दृष्टि अपसामान्य भी हो सकती हैं। नेत्र-गोलक की गतियों को जो छ पेशियां नियंत्रित करती हैं, उनमें से यदि एक भी कमजोर हो जाये, तो दोनों नेत्र तुल्यकालिक गति नहीं कर पायेंगे। चूंकि एक आंख ठीक से फोकस नहीं करेगी, इसलिए वस्तुओं से आनेवाली प्रकाश-किरणें असंगत बिन्दुओं पर पड़ेंगी और दो बिम्बों का प्रत्यक्ष बोध होगा। इस विकार से ग्रस्त व्यक्ति सामान्यतः अनुभव द्वारा मिथ्या बिम्ब की उपेक्षा करने लगता है। इससे अच्छी आंख को कार्याधिक्य और दबाव का शिकार होना पड़ सकता है। इसे विशेष प्रकार के चश्मे या पेशी की शल्य-चिकित्सा द्वारा ठीक किया जा सकता है।

**दूरी का प्रत्यक्ष बोध**—द्विनेत्री दृष्टिवाले जन्तुओं में दृष्टि-क्षेत्र अशच्छादन करते, अर्थात् परस्परव्यापी होते हैं, और संगत-बिन्दु दृष्टि के साथ-साथ यह विशेषता श्रेष्ठतर दूर-दृष्टि को संभव बनाती है। जिन जन्तुओं के नेत्र उनके सिरों के पार्श्व में होते हैं, या जिन लोगों के एक ही आंख होती है, उन्हें केवल एकनेत्री दृष्टि ही प्राप्त होती है और उनका दूरी का प्रत्यक्ष बोध घटिया होता है। फिर भी वे वस्तु की स्पष्टता, उससे आनेवाले प्रकाश की तीव्रता, निकटतर वस्तुओं की पारस्परिक स्थिति या उसके रंग की शुद्धता आदि सकेतो से दूरी का किसी हद तक अंदाज कर सकते हैं।

दो नेत्रोंवाले व्यक्ति को दूर-दृष्टि के जो सकेत प्राप्त हैं, वे हैं : नेत्रों का 'अभिविन्दुता का अंश', 'स्वतः-समायोजन का अंश' तथा 'विस्थापनाभास'। पहले दो संबंधित पेशियों के कुंचन की मात्रा द्वारा अपने अनुभव से यह सीखने पर निर्भर करते हैं कि कोई वस्तु कितनी दूर है। विस्थापनाभास किसी वस्तु का दो पृथक् बिन्दुओं से देखे जाने पर प्रकट विस्थापन है। यह यहां इस कारण लागू होता है कि दोनों नेत्र इतने काफी पृथक् होते हैं कि उनमें से प्रत्येक वस्तु का उसकी पीछे की पृष्ठभूमि की सापेक्षता में कुछ भिन्न दृश्य उपस्थित करता है। उदाहरण के लिए, एक उंगली उठाकर उसपर अपनी दृष्टि फोकस कीजिए और इसके बाद बारी-बारी से अपनी आंखें बंद कीजिए और पृष्ठभूमि की सापेक्षता में उंगली की स्थिति में प्रकट स्थान-परिवर्तन की ओर ध्यान दीजिये।

गहराई का प्रत्यक्ष ज्ञान—चूँकि बाईं आख किसी वस्तु के बायें भाग को अधिक, और दाहिनी आख उसके दायें भाग को अधिक देखती है और चूँकि हम यह जानने लग जाते हैं कि किसी वस्तु का एक भाग उसके दूसरे भाग से अधिक दूर है, इसलिए दृष्टि-पटलो पर हम इन भेदों से युक्त बिम्बों को एक गहराई से युक्त वस्तु से आते भेदों के रूप में निर्वचित करते हैं। त्रिविमितीय दृष्टि मसार को उस आकार से, जो हमें त्रिविमितदर्शी प्रभाव के बिना देखने से दिखाई देता, एक बहुत ही भिन्न आकार दे देती है।

प्रातस्था द्वारा निर्वचन—आप देखेंगे कि दृष्टि के कई पहलू, जिन्हें हम स्वाभाविक ही मान बैठे हैं, अनुभव द्वारा सीखने के परिणाम हैं। दूरी तथा गहराई के प्रत्यक्ष-ज्ञान के सकेत इसी श्रेणी में आते हैं। फिर प्रक्षेप की घटना भी है। हम दृष्टि-पटल के अधोश पर पड़नेवाली किरणों को दृष्टि-क्षेत्र के विपरीत भाग में स्थित वस्तुओं से संबद्ध करना सीख लेते हैं। इस प्रकार यदि हम पहले की भाँति दो पेंसिलों को आगे-पीछे खड़ा करे और दूरवाली पेंसिल पर दृष्टि को फोकस करे, तो हम पास की पेंसिल के दो बिम्ब देखेंगे। अब दाहिनी आख को बन्द कर लीजिये और देखिये कि युगल बिम्ब का बाया बिम्ब गायब हो जाता है। किरणें चाहे दाहिनी आख को जानेवाली ही रोकी गई हैं, पर हम यही समझते हैं कि बाया बिम्ब गायब हो जाता है। ऐसा इसलिए होता है कि रोकी जानेवाली किरणें दाहिने दृष्टिपटल के बाह्यार्ध पर पड़ी थी और अनुभव द्वारा हमने ऐसी स्थिति में, जब कि प्रकाश की किरणें दृष्टि-पटल के इस भाग का अतिक्रमण करती हैं, वस्तुओं को दृष्टि-क्षेत्र के बायें भाग को प्रक्षेपित करना सीख लिया है।

हम दृष्टि-पटल पर पड़नेवाले उल्टे बिम्बों का सामान्य या साधारण सचेदन की भाँति निर्वचन करते हैं। यह बात, कि वास्तव में हम इसे सीखते हैं, निम्नलिखित प्रयोग से सिद्ध होती है। एक वैज्ञानिक ने ऐसा चश्मा लगाया कि जिससे दृष्टिपटल पर बिम्ब सीधा खड़ा पड़ता था। कुछ दिन तक यही चश्मा लगाया रखकर उन्होंने इस 'उल्टी दुनिया' का आदी होना सीख लिया। यह सीख लेने के बाद उन्होंने चश्मा उतार दिया और अब उन्होंने देखा कि उन्हें वस्तुओं की सामान्य स्थिति को निर्वचित करना फिर सीखना पड़ रहा है।

यह कहना अतिशयोक्ति नहीं कि नेत्र और दृष्टि-पथ मात्र कच्चा माल उपलब्ध करते हैं, जिससे हमारी प्रमस्तिष्क-प्रातस्था वास्तविक 'देखना' कर पाती है।

### श्रवण

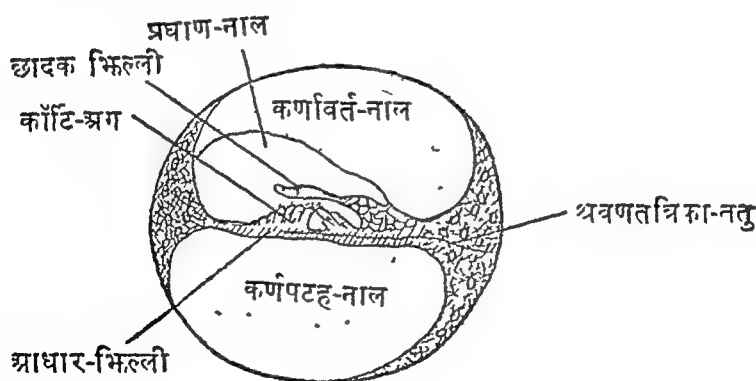
प्रकाश की किरणें जहाँ निर्वात से होकर गुजर सकती हैं, ध्वनि-तरंगों को वहाँ पानी या हवा-जैसा कोई माध्यम चाहिए। श्रवण-मग्राहकों तक पहुँचने के पहले ध्वनि-तरंगों का इन दोनों ही माध्यमों से होकर संचरण आवश्यक है।



होता अमल मे यह है—आपके ऊपर चढने के साथ-साथ वायुमडलीय दाव कम होता जाता है, जो कर्णपटह के दोनो ओर के दाव के सतुलन को भग कर देता है और अब मध्यकर्ण मे दाव अधिक हो जाता है। मध्यकर्ण ग्रसनी से एक नली द्वारा जुडा हुआ है, जिसे 'यूस्टेकियो नली' कहते है। अधिकतर यह नली बढ ही रहती है। जब आप निगलते है, तो यह खुल जाती है। ग्रसनी की अपेक्षा मध्यकर्ण मे दाव अधिक रहने के कारण अब वायु मध्यकर्ण से यूस्टेकियो नली द्वारा तब तक निकलती जाती है जब तक कि यह दाव समान नही हो जाता। 'चट्' की यह आवाज सभवतः भीतर दाव के अधिक होने के कारण बाहर की ओर उभरे हुए कर्णपटह के भटककर पीछे हटने से पैदा होती है।

मध्यकर्ण की अस्थिकाओ द्वारा ये कपन मध्यकर्ण को आभ्यतर कर्ण से पृथक् करनेवाली भिल्ली, अडाकार द्वार को संचारित कर दिये जाते है। इस वर्णन को आगे ले जाने के पहले हमे कर्णवर्त की सरचना जान लेनी चाहिए।

कर्णवर्त की सरचना—आभ्यतर कर्ण का कर्णवर्त खोपड़ी की शखास्थि मे स्थित एक सपिल कुडलित अंग है। अकुडलित किये जाने पर यह तीन नालो से बने शकु-जैसा नजर आता है। प्रधाण-नाल तथा कर्णपटह-नाल 'परिलसीका' नामक द्रव से भरी है और ये एक-दूसरे से कर्णवर्त के गीर्ष पर सयोजित होती है। दोनो के आधार पर त्रमश अडाकार तथा गोल द्वार है। केद्रीय कर्णवर्त-नाल 'अंतर्लसीका' नामक द्रव से भरी है।



### आकृति 37—कर्णवर्त की आरपार काट

कर्णपटह-नाल तथा कर्णवर्त-नाल को आधार-भिल्ली पृथक् करती है, जिस पर कॉर्टि-अंग स्थित है (आकृति 37)। कॉर्टि-अंग मे 'लोम'-कोशिकाएं या 'रोमाभि' कोशिकाएं होती है। ये 'लोम'-कोशिकाएं ही श्रवण-सग्राहक है और श्रवणतन्त्रिका-तन्तु इन्ही से निकलते है। 'लोम'-कोशिकाओ के रोमक छादक भिल्ली के सपर्क मे है, जो कॉर्टि-अंग पर प्रलबित है।

ध्वनि-तरंगों का संग्रहण—स्थूलक (निहाई) की गतियो द्वारा जब अडा-

कार द्वार कंपाया जाता हो जाता है, तो वह परिलसीका में कंपन उत्पन्न कर देता है, जो कर्णावर्त के समस्त द्रव-तन्त्र में संचारित हो जाते हैं। द्रव की गति या आधार-भिल्ली को कंपाया कर देती है, जिससे लोम-कोशिकाएँ ऊपर-नीचे उछलने लगती हैं। यह समझा जाता है कि उनके इस प्रकार उछलने के समय रोमक छ्दाक भिल्ली से लगकर मुड़ते हैं। रोमको का मुड़ना संभवतः श्रवण-तन्त्रिका-तन्तुओं में तन्त्रिका-आवेग उत्पन्न करने के लिए पर्याप्त उद्दीपन है।

**तारत्व का निर्धारण**—श्रवण का अच्छा सिद्धान्त वही माना जायेगा जो विभिन्न तारत्वों या स्वरों में विभेद कर सकने का कारण बता सके। श्रवण का अनुनाद-सिद्धान्त आधार-भिल्ली के महत्त्व पर जोर देता है। यह भिल्ली विभिन्न लम्बाइयों के तन्तुओं की बनी है और इनकी तरतीब किसी हद तक पियानो के तारों-जैसी है। कर्णावर्त अपने शीर्ष की अपेक्षा आधार पर अधिक चौड़ा है, पर आधार-भिल्ली कर्णावर्त के शीर्ष पर ज्यादा चौड़ी है और उसके आधार पर कम। इस प्रकार उसके लम्बे तन्तु कर्णावर्त के शीर्ष पर और छोटे तन्तु उसके आधार पर हैं।

पियानो के लम्बे तार निम्नतारत्व की ध्वनियाँ या मंद स्वर और छोटे तार उच्च स्वरक या तीपाती स्वर उत्पन्न करते हैं यह विश्वास किया जाता है निम्न-आकृति ध्वनियाँ या निम्नस्वरक कर्णावर्त के शीर्ष पर के आधार-भिल्ली के तन्तु को विशेषकर कंपाया कर देते हैं। इन तन्तुओं पर की लोम-कोशिकाओं के लोम मुड़ जाते हैं और सबद्ध तन्त्रिकातन्तुओं द्वारा प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था को तन्त्रिका-आवेग भेज दिये जाते हैं, जहाँ निम्न या उच्चस्वरों के संवेदनो का प्रत्यक्ष ज्ञान होता है।

इस सिद्धांत की प्रयोगों द्वारा पुष्टि की जा चुकी है। कॉर्टि-ग्रंग के शीर्ष का विनाश निम्नस्वरों के प्रति वधिरता (वहरापन) उत्पन्न कर देता है। कारखानों में, जहाँ बड़ी तीव्रता की उच्च-तारत्व ध्वनियों की बहुलता होती है, काम करनेवालों में इन ध्वनियों के प्रति वधिरता उत्पन्न हो जाती है, जिसे वायलर-मेकरो की वधिरता कहते हैं। मृत्यु के बाद उनके कर्णावर्तों की परीक्षा करने पर कर्णावर्त के आधार पर कॉर्टि-ग्रंग का अपकर्ष पाया गया है।

**प्रबलता का निर्धारण**—यद्यपि यह निश्चितरूपेण सिद्ध तो नहीं किया जा सकता है, पर यह विश्वास किया जाता है कि किसी ध्वनि की तीव्रता जितनी ही अधिक होती है, आधार-भिल्ली उतने ही जोरों से कंपन करती है। इससे प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था को अधिक संख्या में तन्त्रिका-आवेग जाते हैं, जो उनका प्रबल ध्वनियों के रूप में निर्वचन करती हैं।

**वधिरता या वहरापन**—वधिरता के दो प्रकारों में से आमतौर पर केवल संवहन-वधिरता का ही इलाज किया जा सकता है। यह कान में मैल या ठेठ जमा हो जाने से पैदा होती है और मैल निकाल देने से ठीक की जा सकती है। संवहन-सम्बन्धी एक अधिक गम्भीर विकार वह है, जो मध्यकर्ण की हड्डियों के जड़ हो

जाने से, या कर्णपटहो में छेद हो जाने से पैदा होता है। यदि इनसे स्वाभाविक श्रवण को स्थायी क्षति पहुँच जाती है, तो इस तथ्य का लाभ उठाया जा सकता है कि खोपड़ी की हड्डियाँ ध्वनि-तरंगों का संवहन कर सकती हैं। इसके लिए श्रवण-सहायको का उपयोग किया जाता है, जो ध्वनि-तरंगों को कंपनों में परिवर्तित कर देती है, जो हड्डी के जरिये कर्णवर्त को संचारित कर दी जाती है। आप ध्वनि के अस्थि-संवहन को स्वयं दर्शा सकते हैं। दोनों कानों को रूई की डाट से बन्द कर लीजिए और अपने दातों के बीच में एक टिकटिक करती घड़ी रख लीजिये, घड़ी की टिकटिकाहट साफ सुनाई देगी।

अगर बहुरापन श्रवण-तन्त्रिका या कॉर्टि-अग के किसी विकार के कारण है, तो वह असाध्य हो सकता है।

### साम्यावस्था

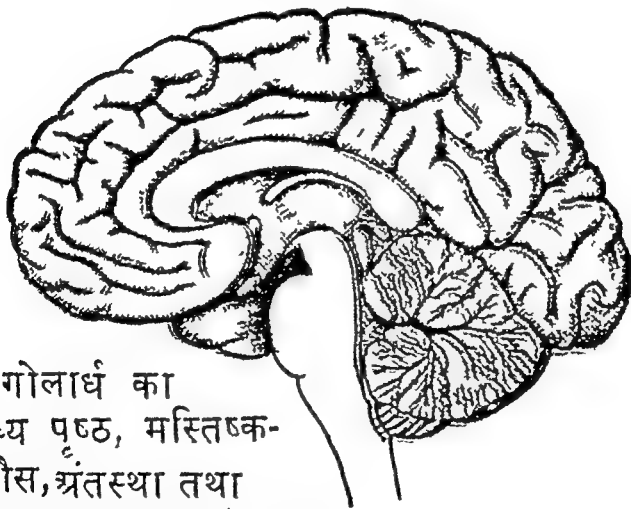
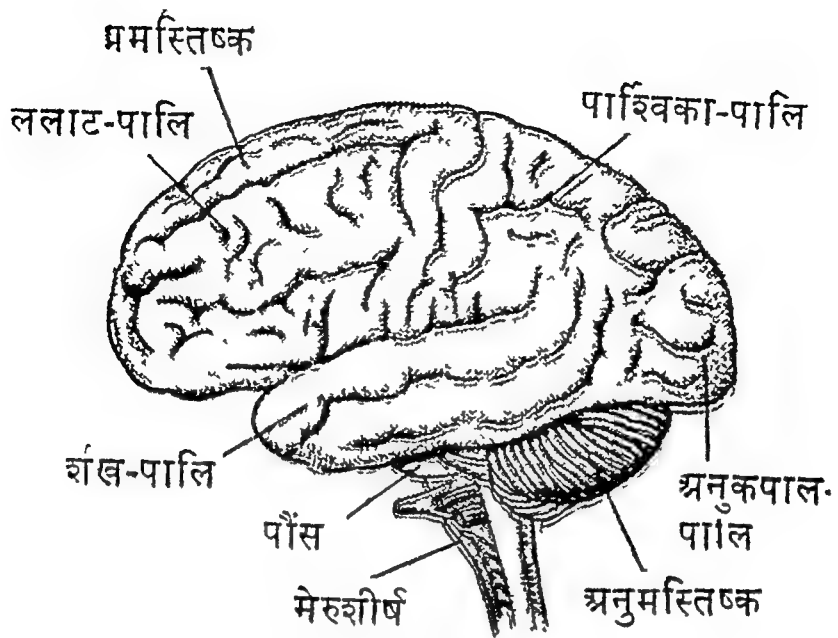
आभ्यन्तर कर्ण के कर्णवर्त के अलावा दृति या यूट्रिकुल, लघुकोशक या सैक्यूल और अर्धवृत्त नलिकाएँ हैं (आकृति 36)। इन अंगों में साम्यावस्था के संग्राहक हैं।

स्थिति प्रतिवर्त—दृति तथा लघुकोशक अंतर्लसीका से भरे हैं। प्रत्येक दृति तथा लघुकोशक में लोम-कोशिकाओं का एक समूह होता है, जिनके लोमों पर एक 'पत्थर' रहता है। पत्थरों पर गुरुत्व बल का खिंचाव पड़ता है और यह विश्वास किया जाता है कि केशों का झुकना या न झुकना (सिर की स्थिति के अनुसार) श्रवण-तन्त्रिका की शाखा, प्रघाण-तन्त्रिका जो लोम-कोशिकाओं से निकलती है, के तन्तुओं को उद्दीपित करने का पर्याप्त कारण है।

सिर की स्थिति जब भी गुरुत्व की सामेक्षता में बदली जाती है, तो दृति में विशेष रूप से तन्त्रिका-आवेग उत्पन्न होते हैं, जो प्रघाण-केन्द्रको के जरिये अप-वाही न्यूरॉनों तथा पेशियों के भेज दिये जाते हैं। ये आवेग पेशी-स्फूर्ति का स्वरूप बदलने तथा देह की स्थिर साम्यावस्था कायम रखने का काम करते हैं।

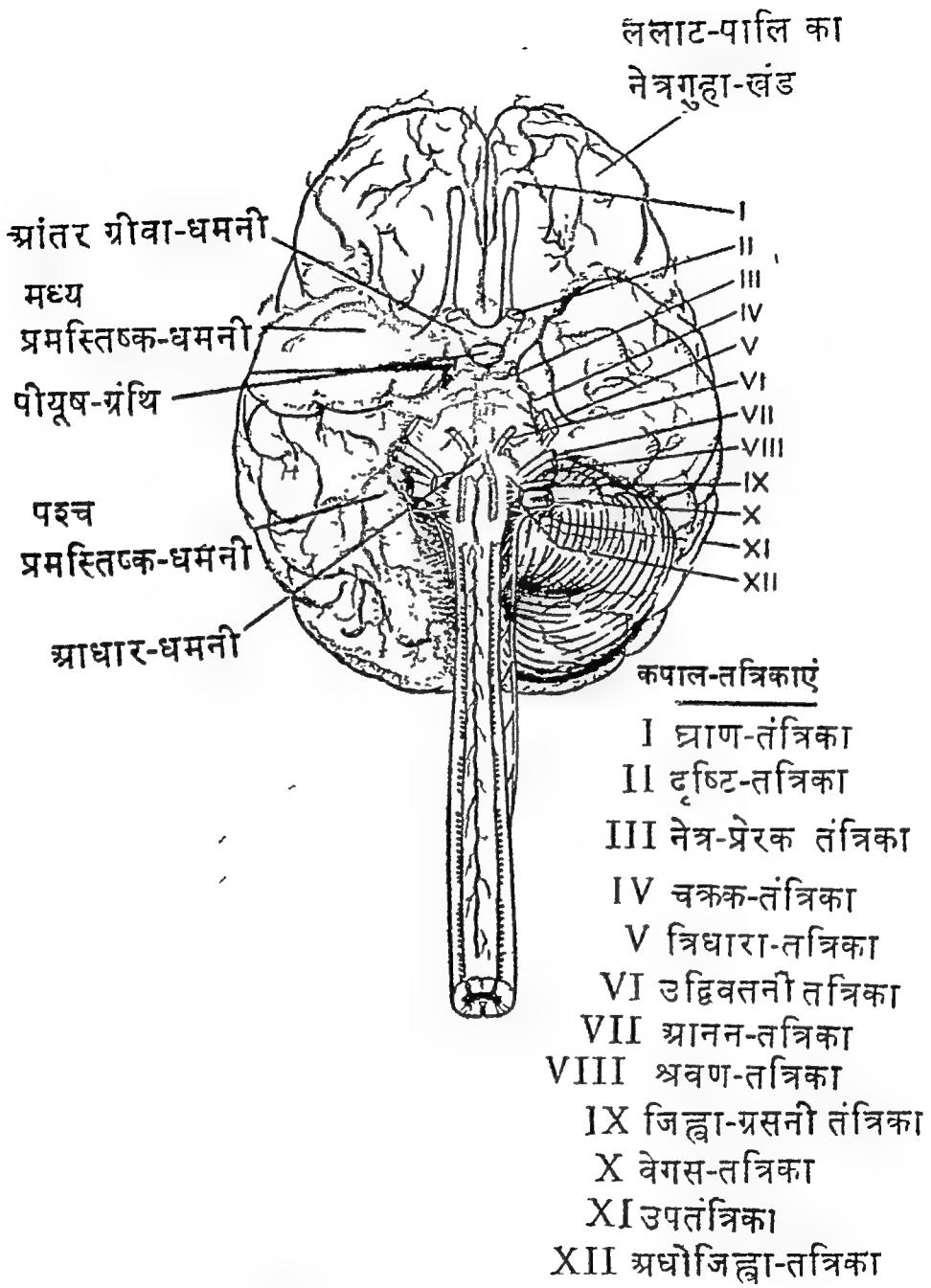
लघुकोशको के कार्य अभी अज्ञात प्रायः हैं। तथापि दृति-परिवर्त देह की स्थिति में परिवर्तनों के बावजूद सिर की सामान्य स्थिति बनाये रखने में बड़े महत्त्व के हैं। मनुष्य की अपेक्षा निम्न जन्तुओं में ये अधिक सरलतापूर्वक दर्शाये जा सकते हैं, क्योंकि मनुष्य में—यदि वह चाहे, तो—अस्वाभाविक स्थितियाँ भी ऐच्छिक क्रिया द्वारा कायम रखी जा सकती हैं।

सुस्थितिकर प्रतिवर्त—जब मेढक, पक्षी या विल्ली-जैसे किसी जन्तु को उसकी कमर के बल रख दिया जाता है, तो वह तुरन्त पलटकर अपनी सामान्य स्थिति में आ जाता है। इसमें गतियों का पूरा क्रम सन्निहित होता है, जिन्हें आप विल्ली को अधर उल्टा पकड़कर और फिर उसे छोड़कर स्वयं देख सकते हैं। अगर आप उसका धरती पर पैरों के बल उतरने के लिए उसके अधर मुड़ने पर गौर करें, तो आप देखेंगे कि वह अपने को एक सर्पिल तरीके से सीधा करती है—



दक्षिण गोलार्ध का  
अभिमुख्य पृष्ठ, मस्तिष्क-  
वृन्त, पौंस, अंतस्था तथा  
अनुमस्तिष्क की काट के साथ

मस्तिष्क



मस्तिष्क तथा मेरुज्जु  
(कपालतंत्रिकाओं सहित, ऊपर से देखने पर)



ऊपर से देखने पर

चतुर्थ निलय

तृतीय निलय

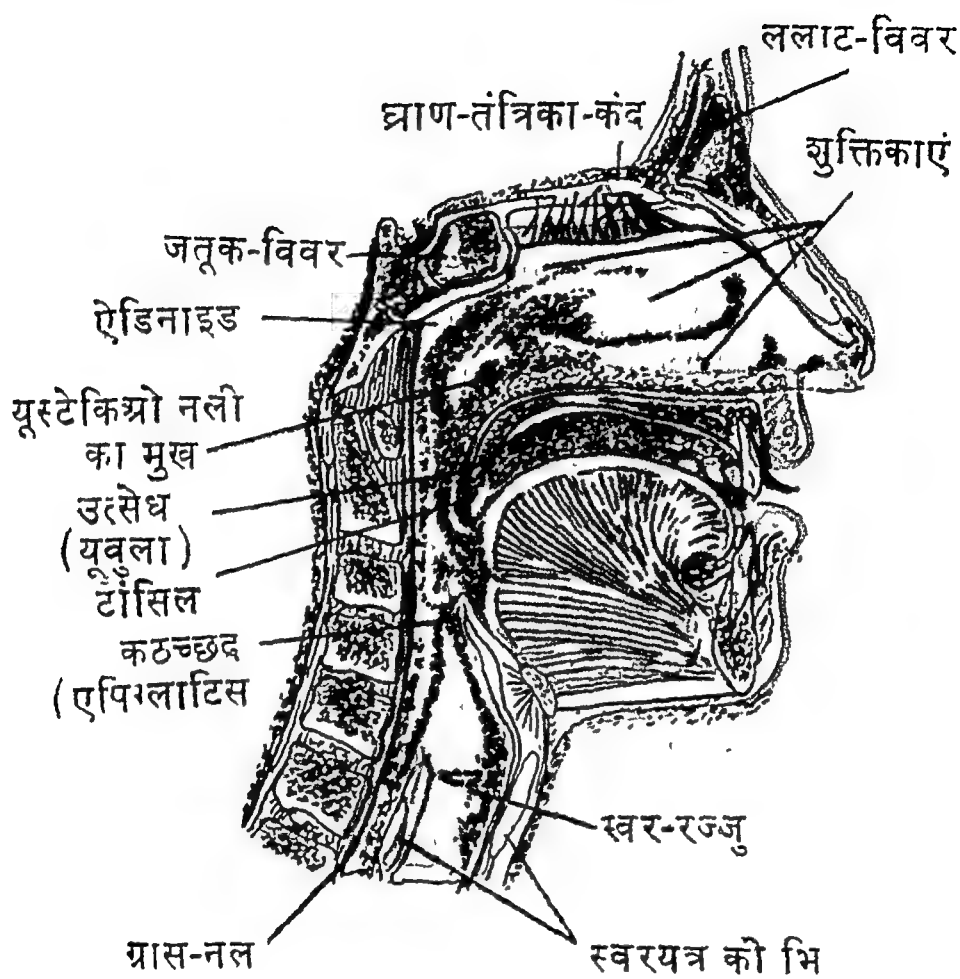
पाश्वर से देखने पर

पाश्वर-निलय

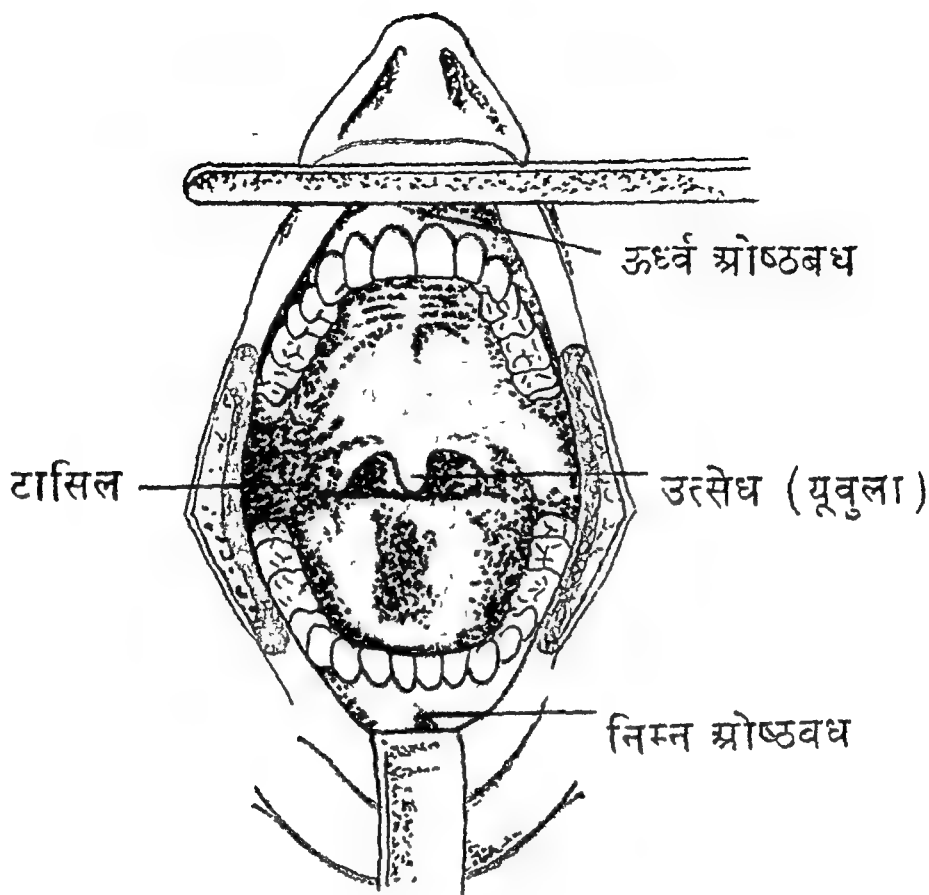
तृतीय निलय

चतुर्थ निलय

मस्तिष्क के निलय

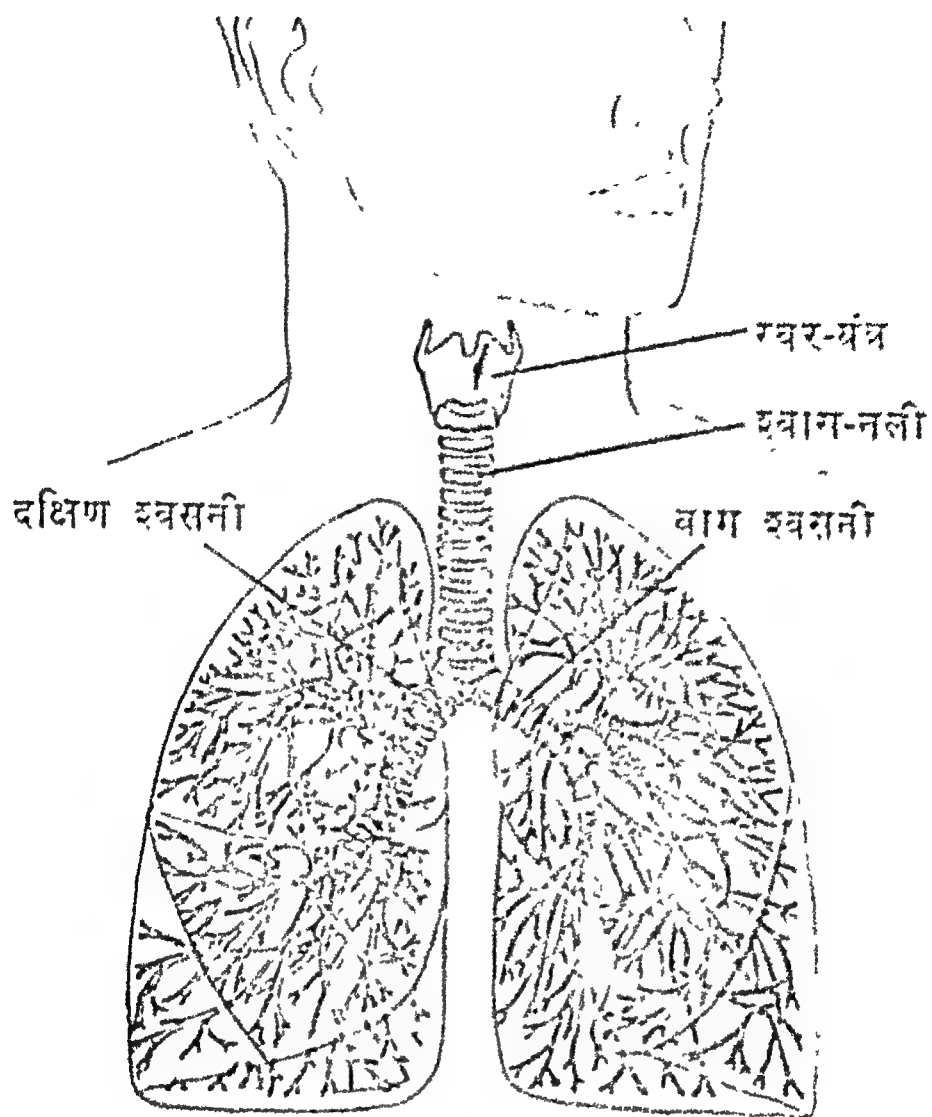


सिर की काट



छेदन दंत एकदली दंत द्विदली दंत चर्वण दंत

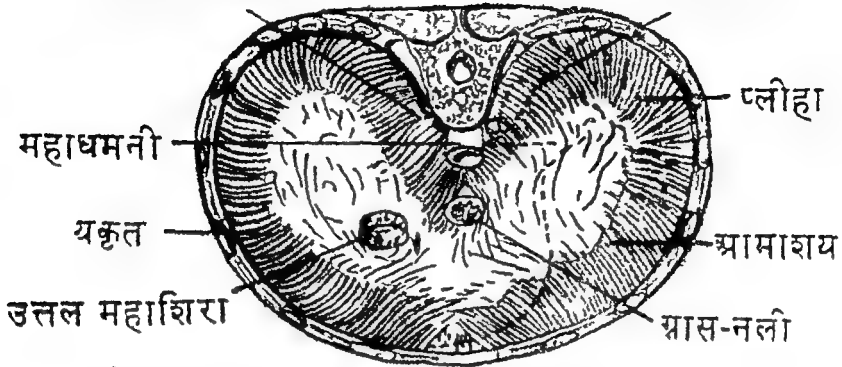
मुख तथा दांत



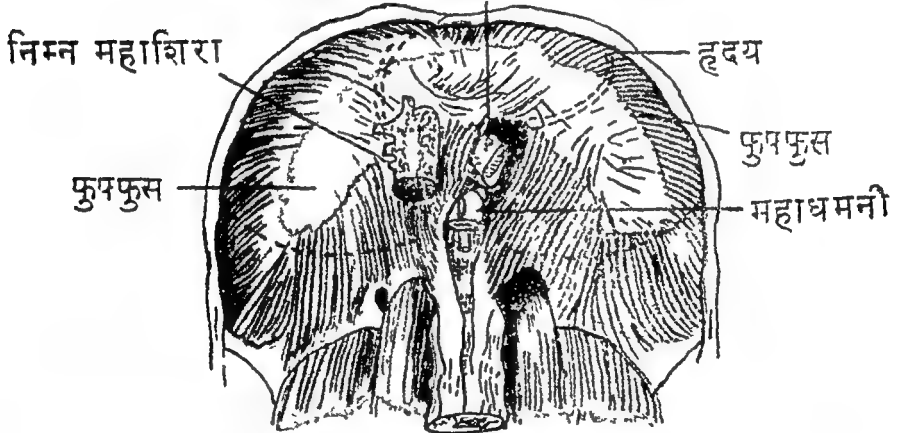
स्वर-यंत्र, श्वास-नली तथा श्वास-वृक्ष

दक्षिण अधिवृक्क-ग्रथि

वाम अधिवृक्क-ग्रथि

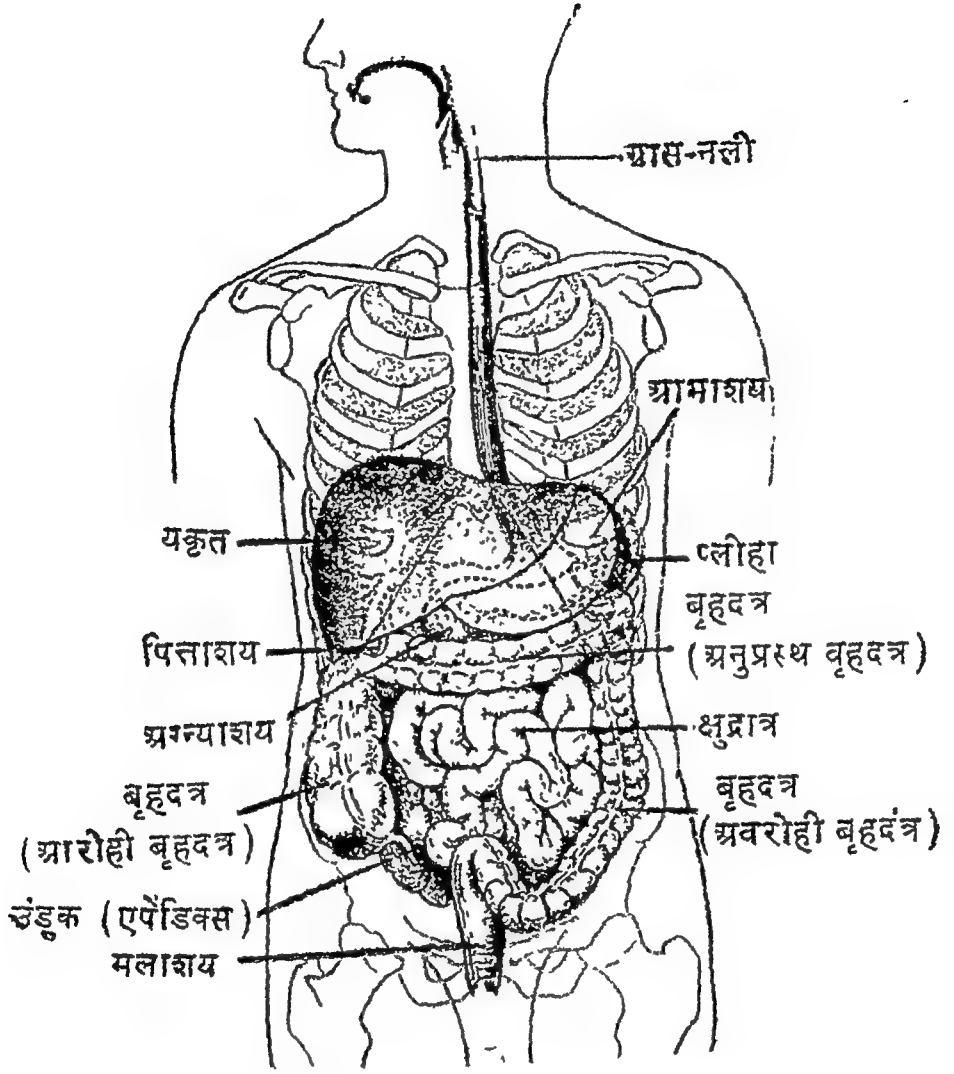


बिदुरेखाग्रो द्वारा मध्यच्छद के ऊपर से देखे जाने पर उदरीय  
अंगों की स्थिति दर्शाई गई है  
ग्रास-नली

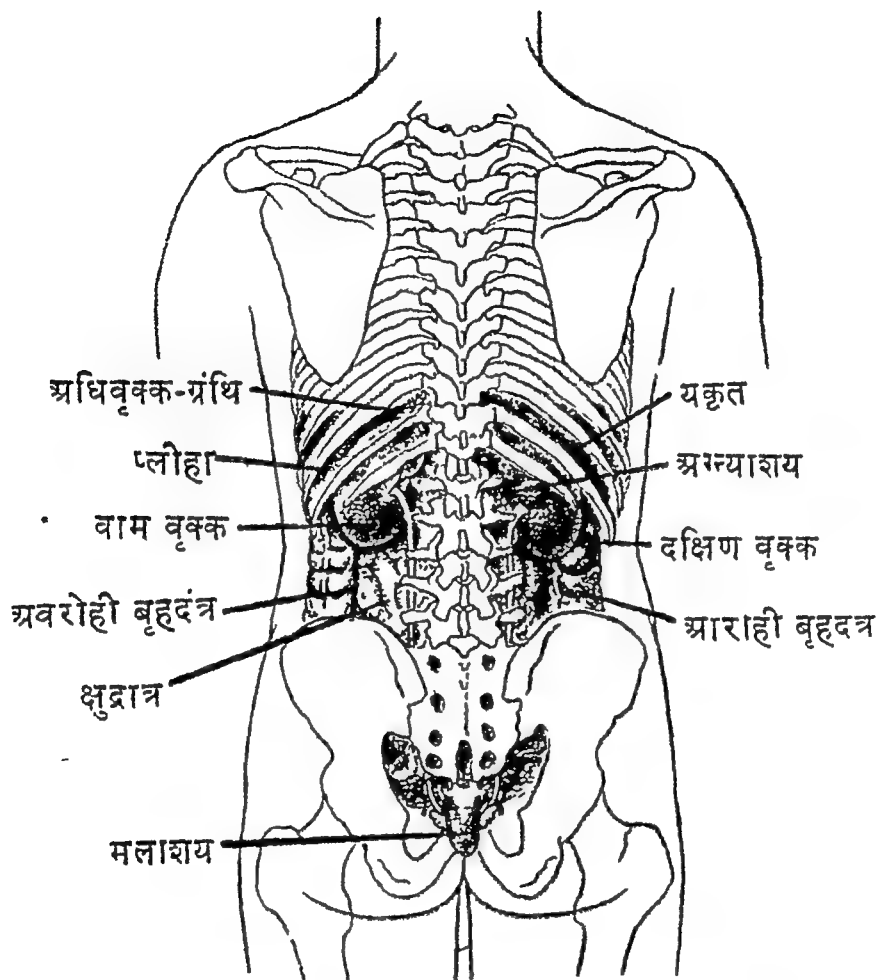


बिदुरेखाग्रो द्वारा मध्यच्छद के नीचे से देखे जाने पर वक्षीय अंगों की  
स्थिति दर्शाई गई है

मध्यच्छद में से दिखाई देनेवाला दृश्य



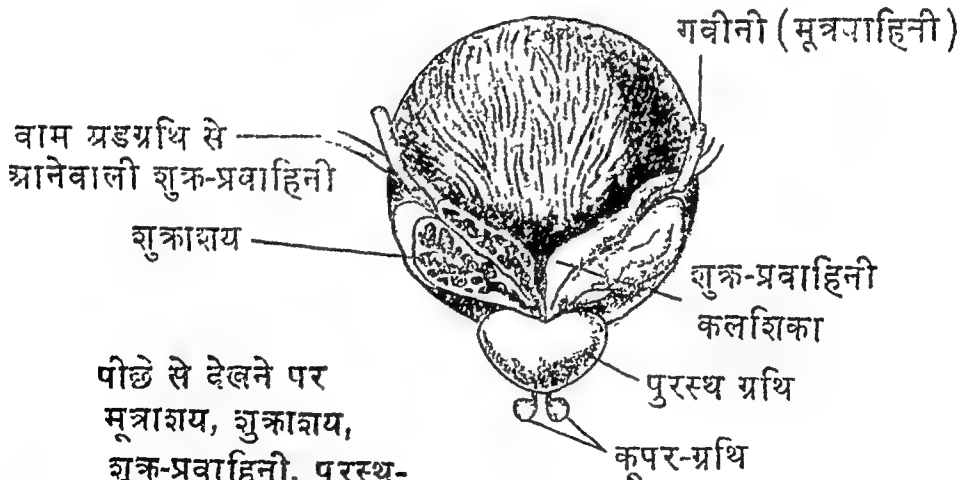
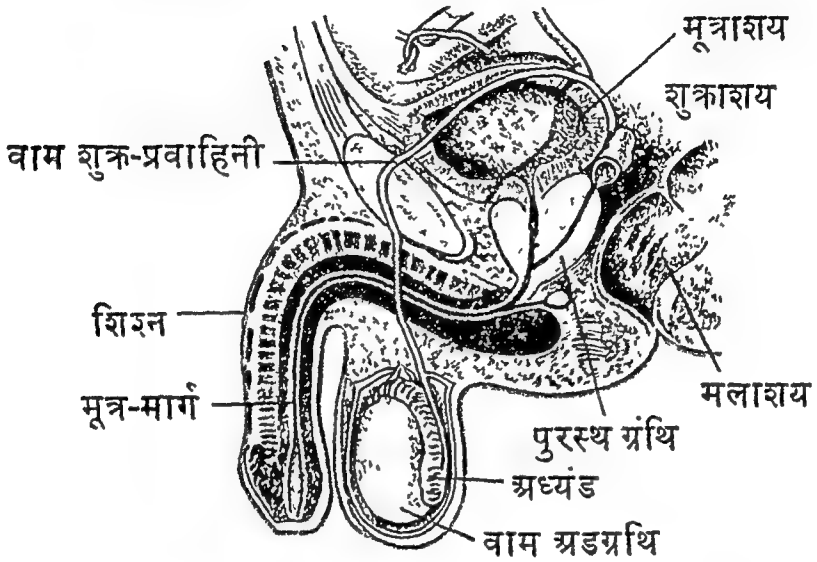
पाचक नाल तथा उदरीय अंतःसंज्ञा



देह का पीछे की ओर से दृश्य, जिसमें आसपास की संरचनाओं की सापेक्षता में वृक्क दर्शाए गए हैं

## पुरुष जनन-तंत्र

श्रोणि-प्रदेश के अन्य अंगों की सापेक्षता में

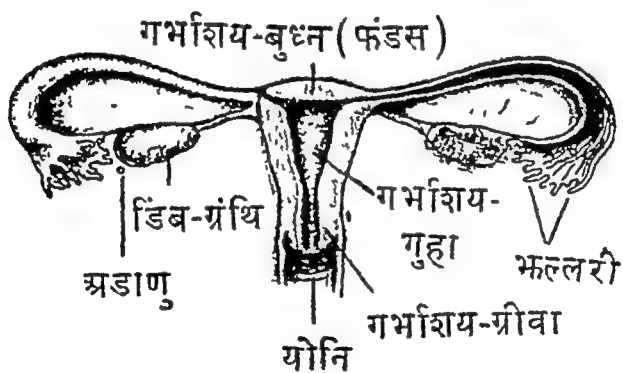
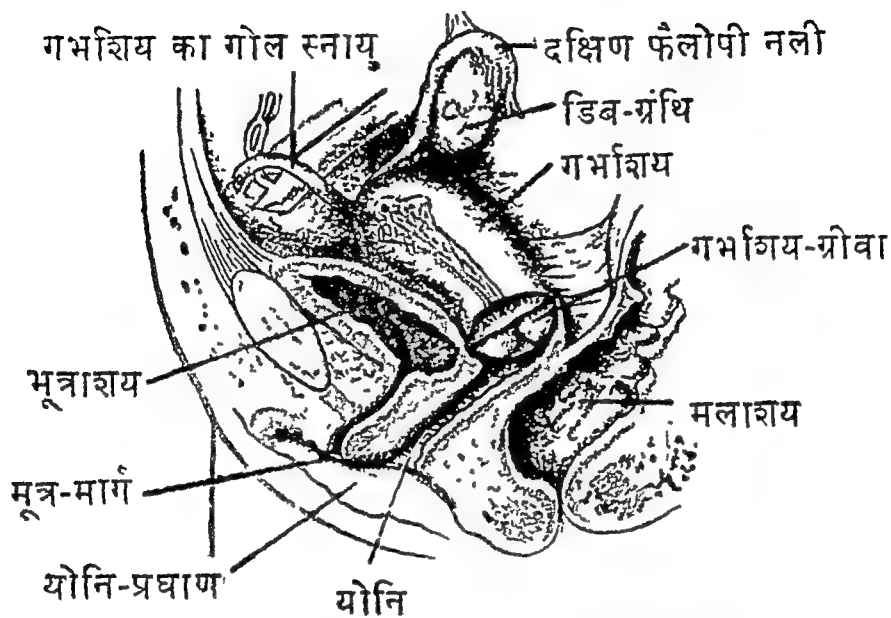


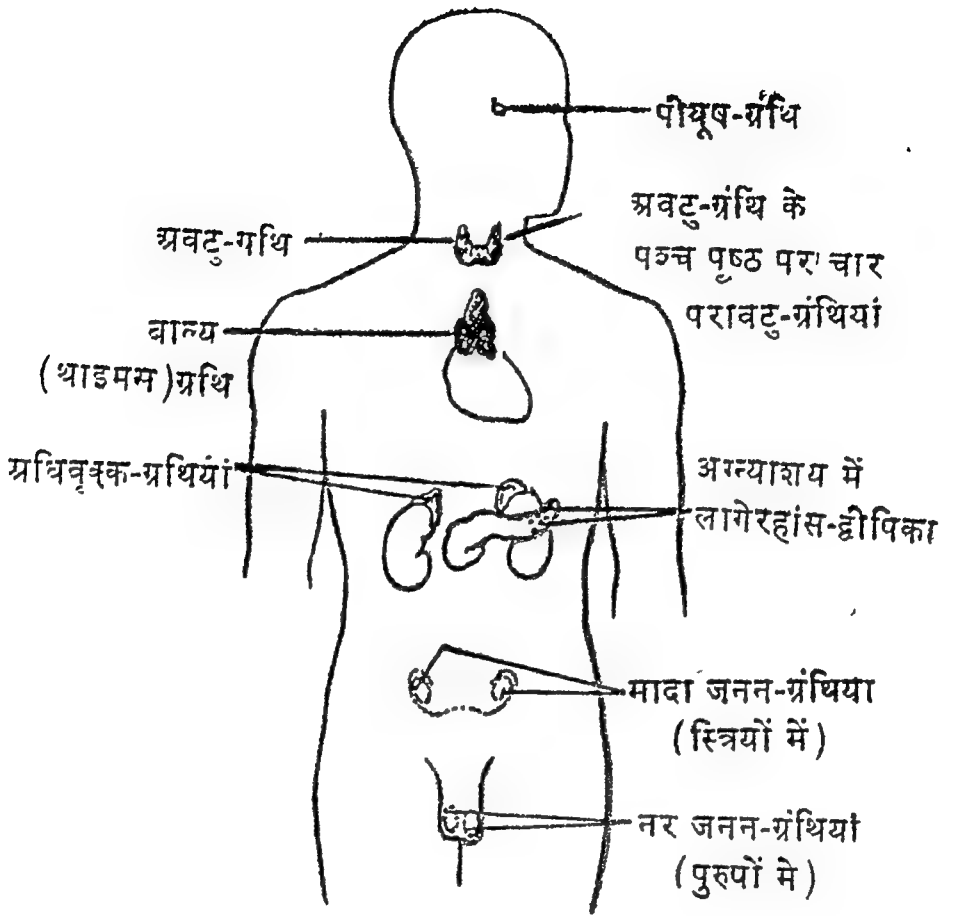
पीछे से देखने पर  
मूत्राशय, शुक्राशय,  
शुक्र-प्रवाहिनी, पुरस्थ-  
ग्रंथि तथा कूपर-ग्रंथि की स्थिति



## स्त्रीजनन तंत्र

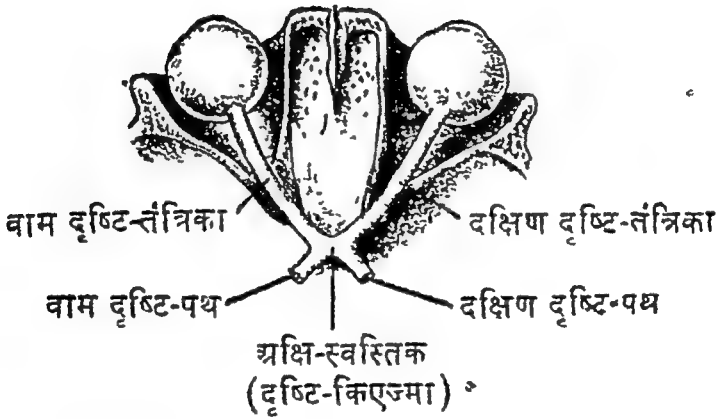
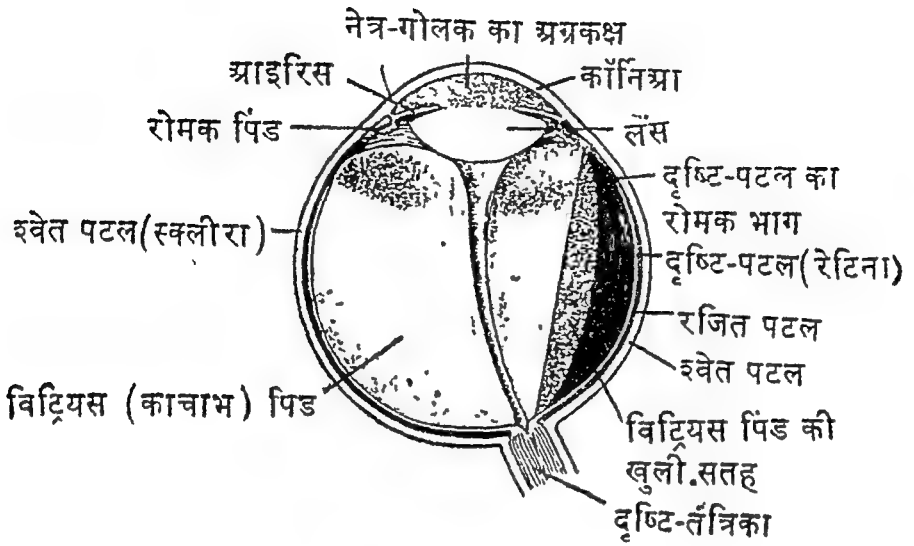
### अन्य श्रोणि-अंगों की सापेक्षता में



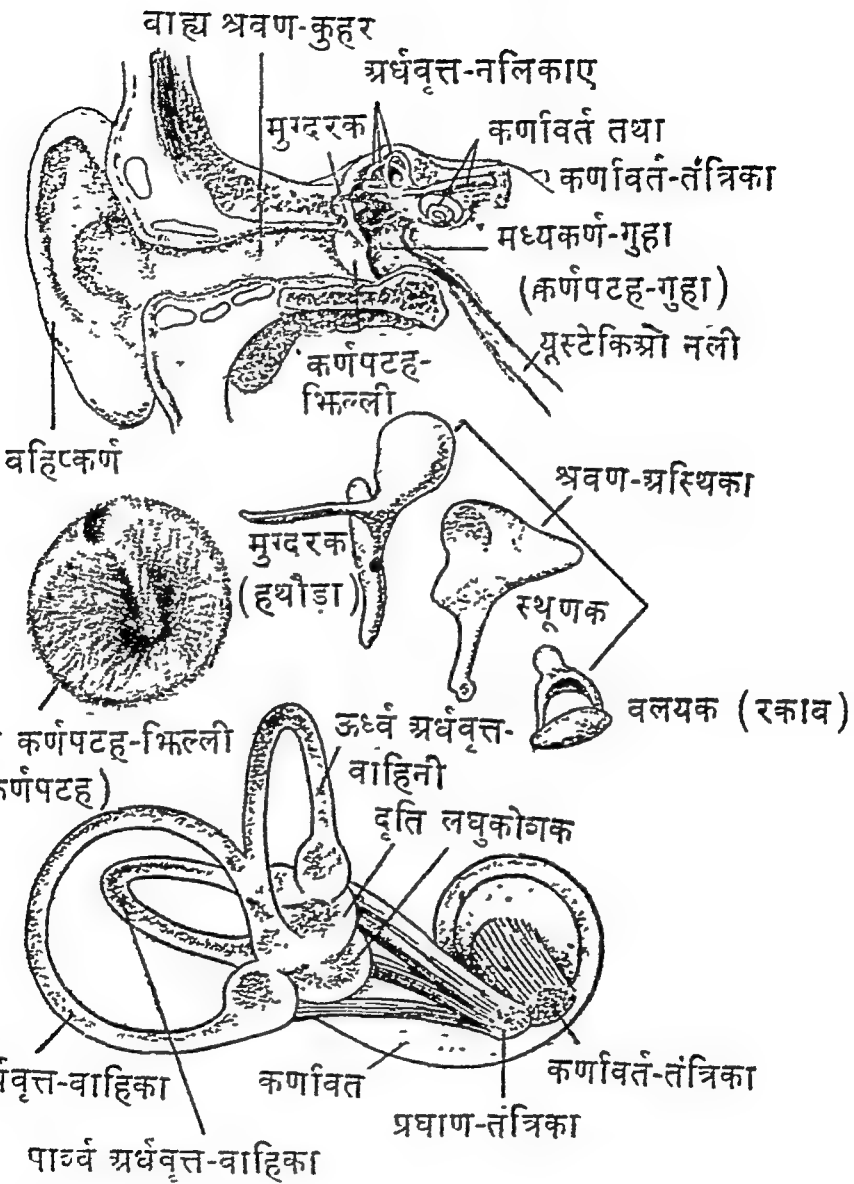


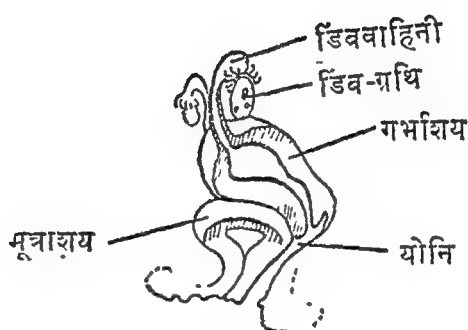
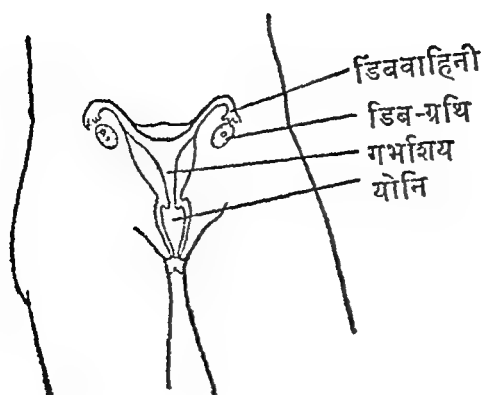
अंतःस्रावी ग्रंथियां

## नेत्र



## कान



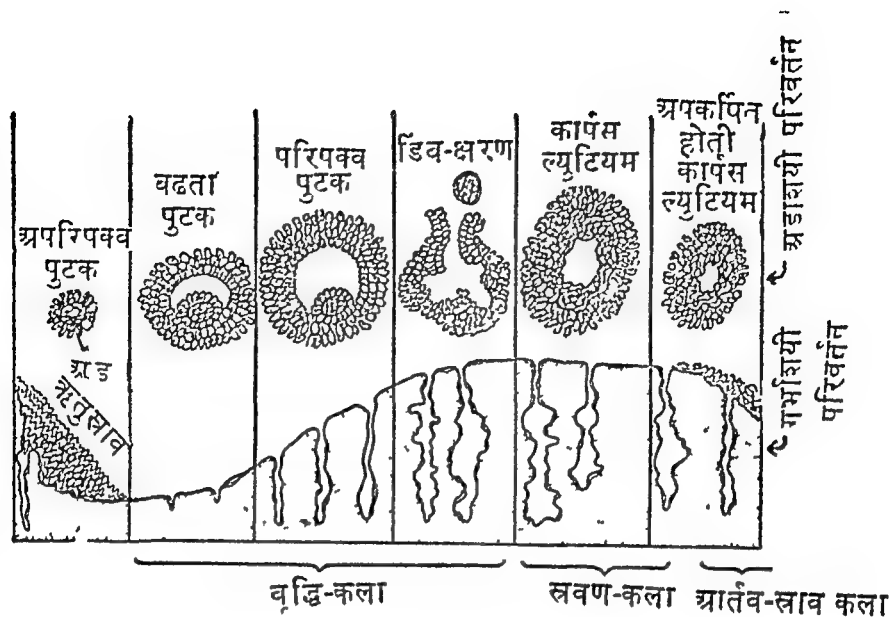


### आकृति 41— स्त्रीजनन - तन्त्र

स्त्रीजनन-तन्त्र की सामान्य सक्रियताएं—स्त्री की जनन-ग्रथियां—डिब-ग्रथिया—परिपक्व अंड-कोशिकाएं तथा स्त्रीलिंग-हारमोन उत्पन्न करती हैं। ये हारमोन स्त्री के देहीय लक्षणों तथा सहायक लिगेन्द्रियों के सपोपण का कार्य करते हैं। जैसा कि हम देखेंगे, अंडाशयी हारमोन आर्तव-चक्र में समाविष्ट परिवर्तनों के क्रम के नियमन में एक महत्त्वपूर्ण भाग लेते हैं। आर्तव-स्त्राव, जिससे इस चक्र का आरंभ माना जाता है, वस्तुतः इस चक्र की समाप्ति का द्योतक है।

अंडाशयी परिवर्तन—जन्म से लेकर यौवनारंभ तक डिबग्रथि में अनेक परिपक्व अंडे रहते हैं। हर अंडा अनेक लघुतर 'स्तरक कोशिकाओं' या 'पुटक कोशिकाओं' से घिरा रहता है। प्रथम आर्तव-चक्र के प्रारंभ में, तथा उसके बाद के प्रत्येक चक्र में, कुछ पुटक परिपक्व होने लगते हैं। साधारणतया एक चक्र में एक ही पुटक परिपक्व होता है, दूसरे अपकर्षित हो जाते हैं। पुटक की परिपक्वता में इसका आकार तेजी से बढ़ता है और इसके विवर में तरल भर जाता है। इस अवस्था में परिपक्व पुटक आकृति 42 में दर्शाए—जैसा लगता है।

परिपक्व पुटक अब अंडाशय की सतह के बाहर उभर रहा होता है। अपने परिवर्धन का प्रारंभ होने के दस दिन बाद (या आर्तव-स्त्राव के दस दिन बाद) पुटक फट जाता है और डिब या अंडाणु देहीय गुहा में निःसृत हो जाता है।



### आकृति 42—आर्तव-चक्र के दौरान अंडाशयी तथा गर्भाशयी परिवर्तन : संपूर्ण विवरण के लिए मूल पाठ देखें ।

यह प्रक्रिया 'अंडमोचन' या 'डिव-क्षरण' कहलाती है (डिव-क्षरण की अवधि व्यक्ति-व्यक्ति में और एक व्यक्ति में भी चक्र-चक्र में एकदम भिन्न होती है)। भजित पुटक की कोशिकाएं अब रूपांतरित होती हैं और कोशिकाओं की एक ठोस पीली राशि का निर्माण करती हैं, जिसे 'कार्पस ल्युटियम' या 'पीत वस्तु' कहते हैं।

यदि इस समय अंड का संसेचन नहीं होता, तो 'कार्पस ल्युटियम' अगले 12-14 दिनों तक बढ़ती रहती है, लेकिन फिर अपकपित हो जाती है। यदि शुक्राणु-कोशिकाएं डिव-क्षरण की अवधि के आसपास योनि में प्रविष्ट हो जाती हैं, तो वे अपनी 'पूछो' की कोड़े-जैसी गति द्वारा गर्भाशय से होते हुए फैलोपी नलियों में चली जाती है। संसेचन का सामान्यतः यही स्थान है। संसेचित हुआ अंडा धीरे-धीरे डिव-वाहिनी से गर्भाशय में आ जाता है और अपने को गर्भाशय की दीवार में स्थापित कर लेता है। एक बार संसेचन हो जाने के बाद कार्पस ल्युटियम बनी रहती है और सगर्भावस्था की लगभग पूर्ण अवधि भर बढ़ती रहती है।

**गर्भाशयी परिवर्तन**—आर्तव-चक्र के समय अंडाशयी परिवर्तनों के साथ-साथ गर्भाशय के अस्तर या गर्भाशय के अंतःस्तर में भी चक्रीय परिवर्तन होते हैं। पुटक की परिपक्वता की अवधि के दौरान गर्भाशय की कोशिकाओं के गुणन के कारण उसका अस्तर मोटा होता जाता है। इस अवस्था को वृद्धि-कला कहते हैं। इसमें गर्भाशय के अस्तर की श्लैष्मिक ग्रंथिया भी बड़ी हो जाती हैं और इसमें अधिक रुधिर-वाहिकाएं पैदा हो जाती हैं।

डिव-क्षरण के बाद इन परिवर्तनों में तेजी आ जाती है। अस्तर और भी

मोटा हो जाता है, ग्रंथिया तथा रुधिर-वाहिकाएँ और भी अधिक प्रचुरोद्भूति होती जाती हैं। इसके अलावा ग्रंथिया अब एक श्यान (चिपचिपा) श्लैष्मिक स्त्राव करने लगती हैं। इस अवस्था को स्रवण-कला कहते हैं। यदि इस बीच में संसेचन हो गया है, तो गर्भाशयी अस्तर सगर्भावस्था की पूरी अवधि में इसी स्थिति में बना रहता है। यदि संसेचन नहीं हुआ है, तो गर्भाशय के अंतःस्तर की सबसे ऊपर की तह अपकर्षित हो जाती है और वहिर्गमित कर दी जाती है। इसमें कुछ रुधिर-स्त्राव होता है। इस अवस्था को आर्तव-स्त्राव-कला कहते हैं। यह विघटन-प्रक्रिया 'रजःस्त्राव', 'रजोधर्म', 'ऋतुस्त्राव', 'आर्तव' या 'मासिक धर्म' कहलाती है। कोशिकाएँ और रुधिर बाहर चले जाते हैं और सारी प्रक्रिया में चार-पाँच दिन लग जाते हैं। इस अवधि के अंत में गर्भाशयी अस्तर आरंभिक दशा में आ जाता है और इस चक्र को दुहरा सकता है।

**योनि-परिवर्तन**—कुछ निम्न स्तनधारियों (जैसे मूषक या चूहा) में आर्तव-चक्र के समय योनि के अन्तर में कोशिक परिवर्तन होते हैं। कुछ सतही कोशिकाओं का लेप बनाकर और सूक्ष्मदर्शी के नीचे उसकी परीक्षा करने से यह बताना संभव हो जाता है कि जंतु चक्र के किस दौर में है। स्त्री की योनि भी परिवर्तन प्रदर्शित करती है, लेकिन अभी तक ऐसा कोई विव्वसनीय तरीका नहीं मिला है जिससे कि इस चक्र की कला का निर्धारण किया जा सके।

हमें इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि आर्तव-चक्र की विभिन्न कलाओं की अवधियाँ—वृद्धि-कला के दस दिन, स्रवण-कला के चौदह दिन, आर्तव-स्त्राव-कला के चार दिन,—बहुत सारी स्त्रियों में इस चक्र के प्रेक्षकों से प्राप्त औसत ही हैं। इसका यह अर्थ नहीं कि हर स्त्री के चक्र इन्हीं अनुपातों में होते हैं। या उसका चक्र अट्ठाईस दिन में ही पूरा होता है। वास्तव में व्यक्ति-व्यक्ति में और एक ही स्त्री के क्रमिक चक्रों में भी बहुत अधिक वैभिन्न्य होता है।

**डिव-ग्रंथियों के निष्कासन के प्रभाव**—अंडाशय-अपनयन या डिवग्रंथि-उच्छेदन, अर्थात् अंडाशय को अलग कर देने से पुरुष के अंडोच्छेदन-जैसे ही प्रभाव पड़ते हैं। यदि डिवग्रंथि-उच्छेदन लैंगिक परिपक्वता प्राप्त करने के पहले किया जाता है, तो इसके फलस्वरूप गौण लिंग-निर्मितियाँ परिपक्व नहीं हो पाती हैं और गौण लैंगिक लक्षण (उच्चतारत्व की पतली आवाज, केशों तथा वसानिक्षेप का स्त्रियोचित वितरण) पुरुष-लक्षणों में बदलने लगते हैं।

यौवनारंभ के बाद डिवग्रंथि-निष्कासन से आर्तव-चक्र बन्द हो जाता है, गौण लिंग-निर्मितियों का अपकर्ष हो जाता है, और वसीयता में वृद्धि हो जाती है। कभी भी डिवग्रंथि-उच्छेदन करने से बध्यता या अनुर्वरता तो हो ही जाती है।

**अंडाशयी हारमोन**—डिवग्रंथि-उच्छेदन के अंतःस्त्रावी प्रभावों को अंडाशय-सत्त्वों के इजेक्शन द्वारा निराकरणित या उलटा किया जा सकता है। इस प्रकार के सत्त्वों को देकर डिवग्रंथि-उच्छेदित स्त्री में लैंगिक चक्र को पुनःस्थापित किया जा सकता है।

इस दृष्टि से डिवग्रंथियों को भी एक अंतःसावी अंग ही होना चाहिए। इस विचार की पुष्टि अंडाशयी सत्त्वों में से दो हारमोनो के पृथक्करण से हुई। ये हारमोन मणिभीकृत और संश्लेषित तक कर लिये गए हैं।

**पुटक हारमोन**—डिवग्रंथि के बढ़ते पुटक द्वारा स्रवित हारमोन को 'ऐस्ट्राडिओल' नाम दिया गया है। डिवग्रंथि-उच्छेदित स्त्री को दिया जाने पर यह हारमोन गर्भाशय के अस्तर की वृद्धि, रुधिर-संवहनीकरण तथा ग्रंथि-निर्माण प्रेरित कर सकता है। इसके न देने पर ऋतुन्माव हो जाता है। पुटक हारमोन रुधिर द्वारा गर्भाशय में पहुंचता है और वहां यह अपने प्रभावों का संवर्धन करता है।

रासायनिक संरचना में ऐस्ट्राडिओल से मिलते-जुलते कई अन्य रासायनिक यौगिक, ऐस्ट्रोजेनिक सक्रियता से युक्त पाए गए हैं। लेकिन वे ऐस्ट्राडिओल-जैसे प्रभावी नहीं हैं।

**ल्युटिऑल हारमोन**—कार्पस ल्युटियम द्वारा स्रवित हारमोन, प्रोजेस्टेरोन गर्भाशयी ग्रन्थियों की न्माव-क्रिया तथा सगर्भ-गर्भाशय के संपोषण का कार्य करता है। जिस डिवग्रंथि-उच्छेदित स्त्री को केवल ऐस्ट्रोजेन दिया गया है, उसमें लैंगिक चक्र की वृद्धि-कला तो प्रकट हो जाएगी, किन्तु वह स्रवण-कला तब तक प्रदर्शित नहीं करेगी कि जब तक उसे ऐस्ट्रोजेन के बाद प्रोजेस्टेरोन नहीं दिया जाता। तथापि ऐस्ट्रोजेन पहले ही दिया जाना चाहिए, क्योंकि यह गर्भाशयी अस्तर को प्रोजेस्टेरोन के लिए सम्भवतः प्रतिसंवेदित कर देता है। प्रोजेस्टेरोन का देना बन्द कर देने से आर्तव-न्माव ऐस्ट्रोजेन-उपचार रोकने की अपेक्षा ज्यादा तेजी से होने लगता है। बहुत सम्भव है कि स्रवण-कला के अन्त में प्रोजेस्टेरोन-स्तर के गिर जाने के कारण ही सामान्यतः आर्तव-कला का आरम्भ होता है।

**पीयूपिका-डिवग्रंथि-अंतःसम्बन्ध**—पीयूपिका की अग्र पालि के जनन-ग्रंथिप्रेरक हारमोनो का डिवग्रन्थि और उसके हारमोनो पर निश्चित नियंत्रण है। अग्र पालि के निष्कासन के फलस्वरूप डिवग्रन्थि और गीण लैंगिक निर्मितियों का अपकर्ष होता है और कामेच्छा जाती रहती है। जननग्रंथि-प्रेरक हारमोनो का देना इन परिवर्तनों को रोक या उलट सकता है।

पुरुषों में शुक्राणु-जनन को बढ़ानेवाले हारमोन के समान जो हारमोन है, वह 'पुटकोत्तेजक हारमोन' या एफ० एस० एच० कहलाता है; और जो हारमोन पुरुष में टेस्टोस्टिरॉन-न्माव को उद्दीपित करनेवाले हारमोन के समान है, वह स्त्री में 'ल्युटिनीकारी हारमोन' या एल० एच० कहलाता है। ऐसे मादा-जंतु में, पीयूपिका की अग्र पालि निकाल दी गई है, पुटकोत्तेजक हारमोन का इंजेक्शन उसकी डिव-ग्रंथियों के अपकर्ष को रोकता है और ऐस्ट्राडिओल के न्माव तथा पुटको की वृद्धि को बढ़ाता है, ल्युटिनीकारी हारमोन का इंजेक्शन डिव-क्षरण करनेवाला माना जाता है और यह कार्पस-ल्युटियम द्वारा प्रोजेस्टेरोन के न्माव को उत्तेजित करता है।

इसके विपरीत ऐस्ट्राडिओल और प्रोजेस्टेरोन पीयूपिका द्वारा जनन-ग्रन्थि-



प्रेरक हारमोनो का स्राव अवरुद्ध कर सकते हैं। ऐस्ट्रोजेनोल इजेक्शन से पुटका-त्तेजक हारमोन का, और प्रोजेस्टेरोन के इजेक्शन से ल्युटिनीकारी हारमोन का स्राव विशेषकर अवरुद्ध होता लगता है।

**सगर्भाविस्था**—सगर्भाविस्था या गर्भिणीता के पूर्वार्ध में कार्पस ल्युटियम आवश्यक है। यह गर्भाशयी अस्तर को उसकी स्रवण-कला में बनाए रखती है और गर्भाशय की दीवार में ससेचित अड को नीडित करने के लिए आवश्यक है। यह आर्तव-स्राव भी रोकती है। यदि इस समय कार्पस ल्युटियम निष्कासित कर दी जाये, तो गर्भस्राव या गर्भपात हो जाता है—गर्भाशयी अस्तर उच्चट जाता है और भ्रूण गर्भाशय से प्रखलित हो जाता है। सगर्भाविस्था के प्रथमार्ध के बाद कार्पस ल्युटियम आवश्यक नहीं है, वस्तुतः सगर्भाविस्था के अन्तिम मासो में इसका अपकर्ष हो जाता है।

यह सुझाया गया है कि सगर्भाविस्था के उत्तरार्ध में गर्भनाल ऐस्ट्रोजेन तथा प्रोजेस्टेरोन उत्पन्न करती है। (गर्भनाल गर्भाशय और भ्रूणीय ऊतक के संयोग से उत्पन्न निर्मिति है, जिसके द्वारा भ्रूण का पोषण होता है)। यह सम्भव है कि गर्भनाल सगर्भाविस्था के उत्तरार्ध में इन हारमोनो को स्रवित करती हो और इस प्रकार सगर्भाविस्था के संपोषण में योग देती हो। (यह भी ध्यान में रखना चाहिए कि सगर्भाविस्था के प्रारम्भ में भ्रूण को घेरनेवाली एक झिल्ली एक जननग्रन्थि-प्रेरक हारमोन का स्राव करती है, जो पीयूषिका से स्रवित हारमोन की अनुपूर्ति करता है। भ्रूण से आया हारमोन मादा के मूत्र में देखा जा सकता है और सगर्भाविस्था-परीक्षा का आधार प्रस्तुत करता है—प्रारम्भिक सगर्भाविस्था की स्त्री का मूत्र अक्षत-योनि खरगोश को दिया जाने पर जननग्रन्थि-प्रेरक हारमोन की उपस्थिति के कारण परीक्षातर्गत जन्तु में अडाशयी परिवर्तन उत्पन्न कर देगा।

**दुग्ध-स्रवण**—यौवनारम्भ के समय स्तनो की वृद्धि रधिर में ऐस्ट्रोजेनोल की उन्मुक्ति के कारण होती है। इसके बाद आर्तव-पूर्व अवधियों में, तथा विशेषरूप से सगर्भाविस्था के समय, उनका वर्धित विकास प्रोजेस्टेरोन की सहायक क्रिया के कारण होता है। दुग्ध का वास्तविक स्राव अडाशयी हारमोनो द्वारा प्रोत्साहित किए जाने के वजाय अवरुद्ध किया जाता है।

प्रसव के बाद पीयूषिका की अग्र पालि एक दुग्धजनक हारमोन स्रवित करती है, जो तब दुग्ध-ग्रन्थियो द्वारा दुग्ध की उत्पत्ति को उत्तेजित करता है।

**रजोनिवृत्ति तथा आर्तव-विकार**—42 और 52 वर्ष की अवस्था के बीच किसी समय स्त्रीलिंग-चक्र समाप्त हो जाता है। डिबग्रन्थियो का अपक्षय आरम्भ हो जाता है और इसके बाद गर्भाशय, योनि तथा स्तनो आदि में अपकर्षी परिवर्तन होने लगते हैं। इसके बाद अनुवर्तता आरम्भ हो जाती है। आमतौर पर हारमोन-सतुलन में परिवर्तन के बाह्य चिह्न दृष्टिगोचर होते हैं—त्वचा का लाल व गरम हो जाना, पसीना आना और अन्य मनोवैज्ञानिक लक्षण। कुछ

स्त्रियो मे 'जीवन-परिवर्तन' की यह अवधि बड़ी कठिन होती है। ग्रंथाशयी हारमोन देकर इन परिवर्तनों की गति को अधिक धीमा तथा क्रमिक करने के प्रयास कुछ मामलों मे सफल हुए हैं, लेकिन कई असफलताओं की भी सूचनाएं मिली हैं।

अपेक्षाकृत कम आयु की स्त्रियो मे ऋतुआवीय विकारो की चिकित्सा मे भी लगभग इतनी ही सफलता मिली है। अल्प पीड़ायुक्त, अत्यधिक या अनुपस्थित आर्तव-स्राव कोई असाधारण बात नहीं है। उपचार में सम्भवतः इसलिए कठिनाई होती है कि हारमोनों के देने से हारमोन-स्तरों मे वे चक्रीय परिवर्तन आरंभ नहीं होते, जो सामान्यतः होते हैं।

स्त्रीलिंग-चक्र में घटना-क्रम—यौवनारंभ के आगमन के समय पीयूपिका का पुटकोत्तेजक हारमोन ग्रंथाशयी पुटको की वृद्धि तथा ऐस्ट्राडिओल के स्राव को उद्दीपित करता है। अपनी बारी में ऐस्ट्राडिओल गौण लैंगिक निर्मितियों तथा लक्षणों के विकास को बढ़ावा देता है। यह गर्भाशयी अस्तर की वृद्धि-कला भी उत्पन्न करता है। प्रत्येक आर्तव-चक्र मे, रुविर मे ऐस्ट्राडिओल-सांद्रण के काफी ऊंचे स्तर पर आ जाने पर पुटकोत्तेजक हारमोन अवरुद्ध हो जाता है और ल्यूटिनीकारी हारमोन स्रवित करने के लिए पीयूपिका उद्दीपित कर दी जाती है। यह प्रक्रिया डिव-क्षरण के आरम्भ, कार्पस ल्युटियम की वृद्धि तथा प्रोजेस्टेरोन-स्राव को जन्म देती है। प्रतिसंवेदित गर्भाशयात-स्तर को प्रोजेस्टेरोन ग्लेप्मा स्रवित करनेवाले ऊतक के रूप मे परिवर्तित कर देता है।

जब प्रोजेस्टेरोन का स्तर एक विशेष स्तर पर पहुँच जाता है, तो ल्यूटिनीकारी हारमोन का स्राव रुक जाता है। यदि कोई ग्रंथा ससेचित नहीं हुआ है, तो कार्पस ल्युटियम अपकर्षित हो जाता है और ऐस्ट्राडिओल और प्रोजेस्टेरोन के सांद्रण तेजी से गिर जाते हैं। इससे ऋतुस्राव उत्पन्न हो जाता है। यदि कोई ग्रंथा संसेचित हो जाता है, तो कार्पस ल्युटियम सगर्भाविस्था के अधिकांश समय तक रहती है और सामान्य आर्तव-चक्रों को रोक देती है। इसमे कभी-कभी अपवाद भी होता रहता है। सगर्भाविस्था के बाद की अवस्थाओं मे कार्पस ल्युटियम का अपकर्ष आरम्भ हो जाने के बाद गर्भनाल ऐस्ट्रोजेन और प्रोजेस्टेरोन स्रवित करती है। इस बीच मे ऐस्ट्रोजेन और प्रोजेस्टेरोन दुग्ध-ग्रन्थियों के विकास को उद्दीपित करते रहते हैं।

सगर्भाविस्था अपनी पूर्ण अवधि पर आ जाती है, तो ऐस्ट्रोजेन और प्रोजेस्टेरोन के स्तर तेजी से गिरते हैं और प्रसूति आरम्भ हो जाती है। प्रसव के बाद, पीयूपिका का दुग्धजनक हारमोन दुग्ध-उत्पादन को उद्दीपित करता है।

यह भी सम्भव है कि रजोनिवृत्ति ऐस्ट्रोजेन और प्रोजेस्टेरोन के स्तर मे एक और तीव्र अवघात के कारण होती है।

## आहार-पुष्टि

पोषको के हर महत्वपूर्ण समूह को उसका उचित स्थान और अनुपात प्रदान करना अच्छे आहार की रचना का एक सतोपजनक आधार है। हम पोषको के छः महत्वपूर्ण वर्गों को मान्यता देते हैं—शर्करावर्गीय या कार्बोहाइड्रेट, वसाए या चर्बिया, प्रोटीन, जल, खनिज और विटामिन। ध्यान में रखने की बात यह भी है कि आहार कितनी कैलोरी ऊर्जा प्रदान करेगा।

शर्करावर्गीय या कार्बोहाइड्रेट—माड या स्टार्च तथा शर्कराए कार्बो-हाइड्रेटो के अच्छे उदाहरण हैं। हमारे आहार का अधिकांश इन्हीं का होता है और ऐसा होना चाहिए भी। कार्बोहाइड्रेट वसाओ या प्रोटीनो की अपेक्षा ज्यादा आसानी और जल्दी से पच जाते हैं और ये ऊर्जा के हमारे मुख्य स्रोत हैं। भार के समय सबसे पहले देह की उपलब्ध कार्बोहाइड्रेट राशि (जो कदाचित् ही अधिक होती है) ही काम में आती है और कम हो जाती है। यद्यपि स्वास्थ्य की दृष्टि से विचार करते समय हमारे सामने पहले दूसरी बातें ही आती हैं, तथापि इस बात की उपेक्षा नहीं करनी चाहिए कि कार्बोहाइड्रेट-प्रचुर भोज्य पदार्थ सामान्यतः प्रोटीन या वसा-प्रचुर भोज्य पदार्थों से सस्ते होते हैं। इसलिए अन्य पोषको की अपेक्षा अधिक कार्बोहाइड्रेट खाना कई दृष्टियों से अच्छा है।

अनाज (मक्का, गेहूं, चावल आदि) और उनसे प्राप्त वस्तुएं (रोटी आदि) तथा आलू-जैसे शाक और केला-जैसे फल भी मड के अच्छे स्रोत हैं। शर्कराए विशेषकर फलो, बेरियो, चुकंदर तथा कुछ अन्य शाको में, स्वयं इक्षुशर्करा (गन्ने की चीनी) तथा मिठाइयों में प्राप्त होती है।

वसाएं—कार्बोहाइड्रेटो की अपेक्षा वसाएं ऊर्जा की उत्तमतर स्रोत हैं (समान भार की वसा कार्बोहाइड्रेट से दो गुनी ऊर्जा उपलब्ध करती है), लेकिन अन्य खाद्य पदार्थों के मुकाबले ये अधिक धीरे और मुश्किल से पचती हैं। भोजन में वसा की अत्यधिकता अन्य खाद्य पदार्थों पर आलेपित होकर उनके पाचन को धीमा कर सकती है। इसके अलावा वसा जठरीय चरता तथा स्नायु को तो विशिष्ट रूप से अवरुद्ध कर देती है।

लेकिन ऊर्जा के गौण स्रोतों के रूप में वसाएं अत्यावश्यक हैं और भावी उपयोग के लिए देह के कई प्रदेशों में संग्रहीत की जा सकती हैं। किसी हद तक वसाएं या संबंधित पदार्थ कोशिक्य तथा दैहिक ढाँचे के ग्रंथों के रूप में भी आवश्यक हैं। कुछेक विटामिनो (वसा-विलेय समूह) की वाहक होने के नाते वसाएं महत्वपूर्ण हैं।

डेरी-उत्पाद (मक्खन, दूध आदि) वसा-प्रचुर होते हैं। वसा की कुछ मात्रा

शाको तथा जातव खाद्यो (मास, पोल्ट्री या कुक्कुट, मछली, चर्वी आदि) हो सकती है। गिरीदार फल या काष्ठफल भी वसा के अच्छे स्रोत हैं।

**प्रोटीन**—ईंधन-पदार्थों के रूप में सामान्यतः आवश्यक नहीं होते। प्रोटीन—उपचित या आक्सीकृत किये जाने पर—कार्बोहाइड्रेटों जितनी ही विमुक्त करते हैं। जीवद्रव्य (प्रोटोप्लाज्म) का निर्माण करनेवाले द्रव्य उत्तको की वृद्धि तथा मरम्मत के लिए ये आधारभूत महत्त्व के हैं।

इस दृष्टि से खाद्यों में मौजूद सभी प्रोटीन देह के लिए समान मूल्य समान विशेषता के नहीं होते। प्रोटीनों में मूल्य का अन्तर उन ऐमीनो अम्ल निर्भर करता है, जिनसे मिलकर वे बनते हैं। यद्यपि ऐमीनो अम्लों की केवल बीस के ही लगभग हैं, किन्तु उनसे अनगिनत प्रकार के प्रोटीन बनते हैं। कुछ प्रोटीनों के निर्माण में सभी जात ऐमीनो अम्ल सम्मिलित हैं, तो में सब नहीं भी है किन्तु समान प्रकार के ही ऐमीनो अम्लों से बने दो प्रोटीन अपने में समाविष्ट हर ऐमीनो अम्ल की मात्रा और ऐमीनो अम्ल-समूह विन्यास के कारण एक-दूसरे से बहुत-बहुत भिन्न हो सकते हैं।

पोषण की दृष्टि से भोजन में किसी प्रोटीन का मूल्य इससे निर्धारित जाता है कि उसमें विभिन्न ऐमीनो अम्लों की संख्या कितनी है और विशेषतः कौन से ऐमीनो अम्ल उसमें हैं। प्रयोगों से ज्ञात हुआ है कि उत्तक की वृद्धि मरम्मत के लिए भोजन में नौ या दस ऐमीनो अम्लों का होना आवश्यक है। तात्त्विक ऐमीनो अम्ल कहलाते हैं, जो देह में संग्रहित नहीं हो सकते। सभी ऐमीनो अम्ल देह की कोशिकाओं द्वारा बनाये जा सकते हैं।

आहारिय प्रयोजनों के लिए प्रोटीनों का वर्गीकरण उनके तात्त्विक ऐमीनो अम्ल के ग्रंथ के अनुसार किया जाता है। जिन प्रोटीनों में तात्त्विक ऐमीनो अम्ल मौजूद होते हैं, वे संपूर्ण प्रोटीन कहलाते हैं, और जिनमें वे नहीं होते, वे अपूर्ण प्रोटीन कहलाते हैं। इस वर्गीकरण को अपनी कसौटी मानते हुए वैज्ञानिक दिखा सकते हैं कि दूध तथा अंडे प्रोटीनों के सर्वोत्तम स्रोत हैं। इससे हमें तुरन्त यह समझ लेना चाहिए कि आहार की दृष्टि से दोनों सबसे ज्यादा ठीक रहेंगे क्योंकि अंडों का भोज्य-द्रव्य इनके फूटने के समय तक भ्रूणों के पोषण का स्रोत रहता है और दूध का भोज्य-द्रव्य स्तनधारियों के शिशुओं के जन्म के बाद उनका तात्कालिक आहार है।

जिगर, गोشت तथा मछली जैसे अन्य जातव प्रोटीन इसके बाद सबसे मूल्यवान् प्रोटीन हैं और इनके बाद वनस्पति-प्रोटीन आते हैं। यद्यपि वनस्पति-प्रोटीनों का उल्लेख अन्त में किया गया है, तथापि शाको को प्रोटीनों का कोई सामान्य स्रोत नहीं समझना चाहिए। शाकाहारी भोजन द्वारा भी यथेष्ट प्रोटीन प्राप्त किये जा सकते हैं, लेकिन तब तात्त्विक ऐमीनो अम्लों की आवश्यक मात्रा प्रदान करने के लिए इन प्रोटीनों को अधिक मात्रा और प्रकारों में खाया जाना चाहिए।

उत्तक-निर्माताओं के रूप में मूल्यवान् होने के अलावा प्रोटीन इसलिए भी

महत्वपूर्ण है कि अनेक प्रकिण्व तथा हारमोन संपूर्णतः या अंशतः इन्हीं से बने हैं।

जल—देहीय अर्थतन्त्र में जल के महत्व पर जोर देना अनावश्यक है। यह केवल इसी दृष्टि से देह का सर्वाधिक महत्वपूर्ण रासायनिक संरचक नहीं है कि देह में इसकी कितनी मात्रा उपस्थित है, वरन् यह उन सक्रियताओं की दृष्टि से भी महत्वपूर्ण है, जिनमें कि यह भाग लेता है और जो इसके कारण होती हैं।

अन्य आहार-संचरकों का अंतर्ग्रहण न बना रहने पर भी तरल-अन्तर्ग्रहण बनाये रखना चाहिए, क्योंकि देह भोजन के अभाव को भ्रेलने की अपेक्षा निर्जलीकरण को बहुत कम भ्रेल सकती है।

खनिज—अच्छे स्वास्थ्य के लिए कई खनिज उपयोगी तथा आवश्यक हैं। उनमें से अधिकांश बहुत कम मात्राओं में ही आवश्यक हैं और ग्रैसत दैनिक आहार से प्रचुरता में मिल जाते हैं। लेकिन उनमें से कुछ की ओर अधिक ध्यान दिया जाना जरूरी है।

जैसा कि हम जानते हैं, सोडियम, पोटैसियम तथा कैल्सियम सामान्य-रूप से देहीय कोशिकाओं के लिए उपयुक्त पर्यावरण बनाये रखने के लिए उचित अनुपातों में आवश्यक हैं और पेशियों तथा तन्त्रिकाओं की उत्तेजनशीलता बनाये रखने के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण हैं।

‘क्लोरीन’ वह खनिज है जिसका रुधिर तथा देहीय तरलों के लिए आवश्यक लवण बनाने के लिए सोडियम, पोटैसियम तथा कैल्सियम के साथ सर्वाधिक संयोग कराया जाता है। यह जठरीय रस में के हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का भी एक संरचक है।

‘कैल्सियम’ के कुछ अपने विशेष कार्य हैं, जो इसे और भी महत्वपूर्ण बना देते हैं। यह हड्डी का आवश्यक तत्त्व है। और इस तरह उसकी वृद्धि के लिए अत्यन्त आवश्यक है। यह रुधिर के आतचन के लिए, रैनिन द्वारा दूध के आतचन के लिए और हृदय की धड़कन के लिए भी आवश्यक है। चूंकि अधिकतर भोजनों में यह थोड़ी मात्रा में ही होता है, इसलिए आहार में इसकी न्यूनतम दैनिक मात्रा लेने का ध्यान रखना चाहिए। बढ़ते हुए बच्चों के लिए यह विशेष रूप से आवश्यक है, लेकिन यह हम सभी के लिए ध्यान देने की बात है। दूध कैल्सियस का सभ्यतः सबसे अच्छा स्रोत है। पनीर तथा अनेक प्रकार के हरे शाक तथा सब्जियां इसके अन्य अच्छे स्रोत हैं।

‘लोहा’ एक और बहुत महत्वपूर्ण खनिज है, जिसकी ओर हमारा विशेष ध्यान जाना चाहिए। लोहे की उचित मात्रा न होने पर हीमोग्लोबिन तथा कई प्रकिण्व नहीं बन पायेंगे। जिगर, शूक्ति या कस्तूरा, हरी सब्जियां, गुर्दे, अंडे, आलू और मांस लोहे के अच्छे स्रोत हैं।

‘फास्फोरस’ हड्डी का महत्वपूर्ण संरचक है। उपापचयन के कई पहलुओं के लिए फास्फेट आवश्यक है। गेहूँ, दूध, मांस, फलियाँ तथा गिरीदार फलों—जैसे खाना फास्फोरस-प्रचुर है।

‘गंधक’ कुछ ऐमीनो अम्लों तथा प्रकिण्वों का महत्वपूर्ण संरचक है। यह प्रायः प्रोटीनों द्वारा अन्तर्ग्रहीत होता है, जिसका यह एक अंग है। थायोडीन अवटु हार्मोन की उत्पत्ति के लिए आवश्यक है। जिन प्रदेशों की मिट्टी और जल में थायोडीन की पर्याप्त मात्रा होती है, वहां यह सामान्य आहार में ही यथेष्ट मात्रा में मिल जायेगा। अन्यथा थायोडीकृत नमक का उपयोग करना चाहिए। तावा की हीमोग्लोबिन के निर्माण में बहुत ही थोड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है। इसकी आहार्य उपलब्धि लगभग सदा ही पर्याप्त रहती है। मैंगनीजियम, मैंगनीज और मोलीब्डेनम तथा कोबाल्ट भी आहार में होने चाहिए, लेकिन लेशमात्र ही।

**विटामिन**—सन् 1890 से हम विटामिनों के नाम से विख्यात सहायक आहार-पदार्थों के बारे में ज्ञान संचित करते रहे हैं। एक से आरंभ करके हम अब कई विटामिनो से परिचित हो चुके हैं। आहार में लंबी अवधि तक विटामिनो की अनुपस्थिति या अत्यधिक कमी व्रुटिजन्य रोग उत्पन्न कर सकती है। ‘बेरी-बेरी’, ‘स्कर्वी’ और ‘पैलाग्रा’-जैसे इनमें से कई रोगों के बारे में मनुष्य को विटामिनो की खोज के पहले ही पता था।

कई दृष्टांतों में हम विटामिनो के क्रिया-प्रक्रमों का ज्ञान प्राप्त कर रहे हैं। कम-से-कम कुछ विटामिन देह के भीतर तात्त्विक प्रकिण्व-तन्त्रों के भागों की तरह कार्य करते प्रतीत होते हैं। विटामिनो की रासायनिक संरचना तथा क्रियाकलाप के बारे में हम काफी-कुछ जान चुके हैं और उनमें से कई को मणिभीकृत तथा संश्लेषित भी कर चुके हैं, जिससे वे अब शुद्ध पदार्थों के रूप में उपलब्ध हैं।

यह तथ्य कि विटामिनों की अत्यंत अल्प मात्राओं में ही आवश्यकता पड़ती है, संभवतः इस बात का आभासात्मक प्रमाण है कि वे देह में उत्प्रेरकों का काम करते हैं। अधिकांश विटामिन खाद्यों में खासी प्रचुरता में वर्तमान हैं और संतुलित आहार से उनकी पर्याप्त मात्रा की प्रदाय सुनिश्चित हो जाती है। (यह सच है कि ‘अच्छी’ खुराक में भी ‘बी’ विटामिनो की न्यूनता हो सकती है)। आहार में आज सबसे बड़ी आवश्यकता इस बात को ध्यान में रखने की है कि प्रत्येक व्यक्ति को पर्याप्त और संतुलित भोजन मिले। यदि—आर्थिक कारणों या शिक्षा की कमी के कारण अच्छा भोजन नहीं मिलता, तो व्रुटिजन्य रोग पैदा हो जाते हैं।

### वसा-विलेय विटामिन

**विटामिन ‘ए’**—पीली सब्जिया (गाजर, शकरकंद, आदि), कुछ हरी सब्जिया, मक्खन, पनीर तथा क्रीम विटामिन ‘ए’ के बढ़िया स्रोत हैं। इस विटामिन का अभाव रतौंधी, सक्रमणों के प्रति अत्यधिक वर्धित ग्रहणशीलता, वजन न बढ़ना, उपकला-सतहों के मोटा हो जाने से अश्रु तथा त्वचा-ग्रंथियों के स्रोतों का सूख जाना तथा, संभवतः, तंत्रिका-तन्त्र में अपकर्षी परिवर्तन उत्पन्न कर सकता है।

दृष्टिपटल की शलाकाओं का दृष्टि-नीललोहित प्रकाश द्वारा विरजित होकर दृष्टिपीत नामक एक अन्य पदार्थ में परिवर्तित हो जाता है। विटामिन 'ए' दृष्टि-पीत का एक अभिन्न अंग है। इस विटामिन की न्यूनता दृष्टि-नीललोहित के पुनर्नियोजन में, और फलतः धीमे प्रकाश में देखने की क्षमता में, बाधक होगी। विटामिन 'ए' के अभाव से उत्पन्न संक्रमण अधिकतर आखों तक ही सीमित रहते हैं, और यदि उपचार न किया गया, तो अन्धता उत्पन्न कर सकते हैं।

**विटामिन 'डी'**—विटामिन 'डी' की अनुपस्थिति या अत्यधिक न्यूनता से सूखा रोग तथा दंत-क्षय हो जाता है। विटामिन 'डी' हड्डी के उचित कैल्सीकरण के लिए आवश्यक है। इसकी अनुपस्थिति में हड्डियां नरम, कमजोर और विरूपित हो जाती हैं। उदाहरणार्थ, सूखा रोग में हड्डियां देह का भार समुचित रूप से वहन करने में असमर्थ हो जाती हैं और मुड़ने लगती हैं।

अधिकतर अन्य विटामिनो के विपरीत विटामिन 'डी' का वितरण बहुत व्यापक नहीं है। इसके सबसे अच्छे स्रोत मछली के जिगर के तेल विशेष रूप से हेल्बिट मछली और कॉड मछली के जिगर के तेल, कुछ मछलियां, मांस तथा अंडे हैं। तथापि यह विटामिन त्वचा में एक वसा-जैसे द्रव्य की परावैगनी किरणों द्वारा किरणीयन से निर्मित होता है। इसलिए देह का सूर्य की किरणों को अपा-वरण करने से विटामिन 'डी' का निर्माण और आवश्यकता पड़ने पर उपयोग में लाने के लिए सचय संभव हो जाता है। शीतकाल में, जब कुछ जगहों पर धूप अपेक्षाकृत कम होती है, तब शिशुओं और बढ़ते हुए वच्चों के आहार की विटामिन 'डी' के किसी अच्छे स्रोत द्वारा अनुपूर्ति करना विशेषकर महत्त्वपूर्ण है।

**विटामिन 'ई'**—विटामिन 'ई' 'अनुर्वरता-विरोधी' विटामिन है। इसकी अनुपस्थिति चूहों में अनुर्वरता उत्पन्न कर देती है और कुछ अन्य स्तनधारियों में इसका देना प्रसवशक्ति को बढ़ाता प्रतीत होता है। इस विटामिन की न्यूनता के कारण पुरुषों में कोई दोष उत्पन्न होता है—इस बात का कोई निर्यायिक प्रमाण नहीं मिला है और न ही यह मानविक अनुर्वरता को ठीक करने में प्रभाव-शाली पाया गया है। यह उचित पेशीय कार्य के लिए आवश्यक हो सकता है। यह हरे गाँको (सलाद, मटर इत्यादि) तथा गेहूँ के अंकुर-तैल में खासकर पाया जाता है।

**विटामिन 'के'**—विटामिन 'के' की अनुपस्थिति रुधिर के आतंचन-काल को लंबा कर देती है। इसकी अनुपस्थिति में रुधिर का साव भी आसानी से होने लगता है। यकृत द्वारा पूर्व-अंश विन के निर्माण के समय विटामिन 'के' आवश्यक है। पूर्व-अंश विन रुधिर के आतंचन के लिए एक आवश्यक पदार्थ है। नवजात शिशुओं में विटामिन 'के' का सांद्रण नीचा होता है। नवजात शिशुओं में रुधिर-साव के कई मामलों की व्याख्या इसी तथ्य से की जा सकती है। आजकल आमतौर से माताओं को सगर्भवस्था के उत्तरार्ध में विटामिन 'के' के इंजेक्शन दिए जाते हैं, ताकि गर्भ में इसका यथेष्ट ऊंचा सांद्रण सुनिश्चित किया जा सके।

‘रुधिर-स्राव-प्रतिकारक’ या आतचन-विटामिन विटामिन ‘के’ विशेषकर हरे शाकों की पत्तियों में पाया जाता है।

### जल-विलेय विटामिन

विटामिन ‘बी’—ऐसे कई योगिक पृथक् किए गए हैं, जिनमें यद्यपि निकट रासायनिक संबंध नहीं है, पर यह सामान्यता है कि वे खाद्यों में काफी व्यापकता से वितरित हैं (लेकिन बड़ी मात्राओं में नहीं) और वे विभिन्न जीवों में प्रकिण्व-तंत्रों के महत्वपूर्ण सदस्यों की तरह कार्य करते हैं। ‘बी’ वर्ग के सभी विटामिन तो मनुष्य के लिए ग्राहारीय दृष्टि से आवश्यक सिद्ध नहीं हुए हैं, लेकिन उनमें से यदि सब नहीं, तो संभवतः अधिकांश मानव-उपापचयन में महत्वपूर्ण हैं।

थायामिन या विटामिन ‘बी<sub>1</sub>’ की अनुपस्थिति से बेरी-बेरी रोग हो जाता है। थायामिन की अत्यधिक न्यूनता से परिणाम-तंत्रिकाओं का प्रगामी पक्षाघात, पेशीय असमन्वय, केन्द्रीय तन्त्रिका-तन्त्र के भागों का अपकर्ष, हृदय-निःशक्तता तथा जलशोथ आदि पैदा हो सकते हैं। यदि उपचार न किया जाये, तो स्थिति घातक हो जाती है। पूर्वी देशों में, जहाँ पालिशदार चावल ही लोगों का मुख्य खाद्य है, ये रोग प्रायः होते हैं (थायामिन चावल की पालिश में तो होती है, पर स्वयं चावल के दाने में नहीं होती)। थायामिन-न्यूनता के साथ-साथ भूख जाती रहने और पाचन के खराब होने की शिकायतें भी हो जाती हैं, जिनसे वृद्धि रुक सकती है। थायामिन की सामान्य न्यूनता से अधीरता और चिड़चिड़ापन पैदा हो सकता है। चर्बीहीन मांस, मटर, फलियां, अनाज और खमीर इस विटामिन के सर्वोत्तम स्रोत हैं।

नियासिन या निकोटिनिक अम्ल की अत्यधिक न्यूनता पैलाग्रा रोग उत्पन्न करती है। इसके लक्षण हैं—त्वचा-विकार, पाचन में गड़बड़ी, तन्त्रिका-ऊतक का अपकर्ष, तथा मानसिक विषयन। इससे उन्माद या मृत्यु तक हो सकती है। नियासिन जिगर, चर्बीहीन मांस, दूध, खमीर, अंडे और हरे शाकों में प्रचुर होता है। ‘पैलाग्रा’ रोग यूरोप की गरीब जनता और अमरीका के दक्षिणी भागों में, जहाँ भोजन में उपर्युक्त खाद्यों की कमी रहती है, बहुत आम है।

रिबोफ्लेविन या विटामिन ‘बी<sub>2</sub>’ जिगर, अंडे, पत्तेवाले शाकों, खमीर, फलों और दूध में विशेषकर पाया जाता है। इसकी कमी त्वचा, आंखों और श्लैष्मिक झिल्लियों में विकार उत्पन्न कर सकती है।

इन विटामिनो के अतिरिक्त और आगे की खोज से ‘समग्र’ ‘बी’ विटामिन में पेटोथेनिक अम्ल, पिरिडॉक्सिन और अभी हाल में आविष्कृत फोलिक अम्ल और विटामिन ‘बी<sub>12</sub>’ आदि अन्य तत्वों का पता चला है। इनके अधिकांश कार्यों के बारे में सरलता से समझ में आनेवाले ढंग से बताना कठिन है, तथापि यह बतलाया जा सकता है कि फोलिक अम्ल और ‘बी<sub>12</sub>’ अनेक प्रकार की रुधिरक्षीणता के उपचार में बड़े महत्वपूर्ण हैं।



यह संभव है कि संतुलित भोजन में हमारे लिए ये सभी विटामिन यथेष्ट मात्रा में होते हों, लेकिन इस बात की पुष्टि इन विटामिनो के विशिष्ट कार्यों पर अधिक प्रयोग करने और आहारिय आवश्यकताओं के और अधिक अध्ययन से ही की जा सकती है।

**विटामिन 'सी'**—स्कर्वी विटामिन 'सी' या एस्कॉर्विक अम्ल की कमी से उत्पन्न ब्रुटिजन्य रोग है। पहले यह लबी समुद्र-यात्राओं के दौरान या इसी प्रकार की उन परिस्थितियों में पैदा होता था, जिनमें लोगों को ताजे फल और शाक नहीं मिलते थे। विटामिन 'सी' विशेषकर ताजी सब्जियों (अधिकांशतया हरी सब्जियों में,) नीबू-जाति के फलों, जैसे नारंगी, अंगूर, नीबू और टमाटर में खासकर पाया जाता है।

स्कर्वी रोग के लक्षण ग्लैप्मिक भिल्लियों, अधस्त्वक ऊतकों और पेशियों (मसूढ़े विशेष तौर के प्रभावित होते हैं) में रुधिर-स्राव तथा हड्डियों और जोड़ों में पीडा, कमजोरी और क्षीणता है। विटामिन 'सी' केशिकाओं की भिल्लियों को सामान्य अवस्था में कायम रखने के लिए आवश्यक है। इसकी अनुपस्थिति में वे भंगुर हो जाती हैं और आसानी से फट जाती हैं।

**संतुलित आहार**—आपके दैनिक भोजन से पर्याप्त ऊष्माक या कैलोरी प्राप्त होना बहुत महत्वपूर्ण है। आपको अपनी जीवनचर्या के अनुसार शक्ति देने-वाला यथेष्ट भोजन करना चाहिए। इन संबंध में यह एक महत्वपूर्ण बात है कि प्रोटीनो को शक्ति उत्पन्न करनेवाले खाद्य पदार्थों की तरह इस्तेमाल करके बरबाद न किया जाये। कार्बोहाइड्रेट और चर्बिया ईंधन के रूप में अधिक प्रयुक्त हो जाती हैं और यदि भोजन में वे उचित मात्रा में उपस्थित हैं, तो प्रोटीन अपने विशेष कार्य के लिए बच जाते हैं। तीनों मुख्य आहारों के अनुपातों को निर्धारित करना बहुत कठिन है, क्योंकि उनकी मात्रा हर व्यक्ति की विशेष परिस्थितियों के अनुसार भिन्न-भिन्न होनी चाहिए। साधारण कार्य करनेवाले आदमी के औसत आहार की 60 प्रतिशत कैलोरी कार्बोहाइड्रेटो से प्राप्त होनी चाहिए, 25 प्रतिशत वसा से और 15 प्रतिशत प्रोटीन से। इस अनुपात से ईंधन और निर्माण दोनों की ही आवश्यकता पूरी हो जानी चाहिए।

यदि निम्नलिखित आहार-वर्गों के प्रतिनिधि आपके दैनिक भोजन में शामिल रहें, तो आपको संतुलित आहार मिलना सुनिश्चित हो जायेगा : दूध, जल या किसी और रूप में तरल पदार्थ, अंडे, हरी सब्जियां, मछली, पनीर, फलियां, आलू, संपूर्ण अनाज की बनी वस्तुएं, फल (विशेषकर नीबू जाति के), मक्खन तथा अन्य वसाएं।

इस प्रकार के आहार का उपयोग देह को आवश्यक खनिज, विटामिन तथा पर्याप्त कैलोरी ऊर्जा प्रदान करेगा और अदल-बदल की भी गुंजाइश रहेगी। इन वर्गों में न आनेवाली अन्य वस्तुएं भी शामिल की जा सकती हैं। लेकिन वे वैकल्पिक भोज्य पदार्थों की तरह, न कि किसी मूलभूत वर्ग की कीमत पर—

सम्मिलित की जानी चाहिए।

आहारों में अन्तर—मंसार में इतने प्रकार के भोजन हैं कि हर व्यक्ति के लिए सन्तुलित भोजन नियोजित किया जा सकता है, यहाँ तक कि अजीव पसंद-वाले व्यक्तियों के लिए भी।

कभी-कभी स्वाद पर ही ध्यान देना ठीक नहीं होता। उदाहरण के लिए, यह विनम्र स्पष्ट बात है कि बौद्धिक कार्य करनेवालों की अपेक्षा शारीरिक श्रम करनेवालों को अधिक कैलोरियों की आवश्यकता पड़ती है। श्रम करनेवालों को अधिक प्रोटीनों की भी आवश्यकता पड़ेगी, क्योंकि अधिक जोर के कारण ऊतकों का अधिक विनाश भी होगा और उनके बदले जाने की जरूरत होगी।

गर्भवती स्त्रियों को अतिरिक्त कैल्शियम और लोहे की आवश्यकता पड़ती है, मिश्रणों के आहार के विटामिन 'डी' अंग की ओर विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए।

बहुतेरी अवस्थाओं के लिए एक 'सबसे अच्छा' आहार होता है और विभिन्न रोगों के लिए अलग-अलग पथ्य सुझाए जाते हैं। इस तरह के सुझाव देने का काम चिकित्सक के ऊपर छोड़ देना चाहिए और उनका स्व-निर्धारण नहीं करना चाहिए। 'वजन कम करनेवाले' भोजनों के बारे में यह बात विशेष रूप से सत्य है। 'रामबाण' तरीकों या 'अधपेट' खाने का आसरा लिये बिना और कुछ सार-भूत भोजनों का त्याग किये बिना भी वजन कम करने के कई अच्छे तरीके हैं। किसी भी हालत में बीमारी का खतरा मोल लेने के बजाय समझदारी से काम लेना और किसी विश्वसनीय डाक्टर की राय लेना कहीं ज्यादा अच्छा है।

## उपापचयन तथा वृद्धि

ब्रह्मांड की समस्त ऊर्जा अचर रहती है। न तो किसी क्षण इसमें कोई वृद्धि होती है और न इसमें से कुछ कमी ही की जाती है। क्या फिर भी आपको यह आश्चर्य नहीं होता कि 'सक्रियता' कैसे चलती रहती है? यदि आप ऊर्जा के बारे में 'काम करने की क्षमता' के अर्थों में सोचें, तो आप देखेंगे कि इस स्थिति से जरा भी गत्यवरोध नहीं आना चाहिए। उपस्थित ऊर्जा कई अलग-अलग तरीकों से कार्य कर सकती है और क्योंकि यह नष्ट नहीं की जा सकती, इसलिए यह सदैव अधिक कार्य का एक संभाव्य स्रोत बनी रहती है, यद्यपि काम की प्रकृति भिन्न हो सकती है। ऊर्जा सतत एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित होती रहती है—रासायनिक से यांत्रिक, यांत्रिक से वैद्युत और इसी प्रकार से अन्य रूपों में भी। और ये सारे स्वरूप प्राग्भावी ऊर्जा से ही आने चाहिए।

ये ऊर्जा-सम्बन्ध सजीव तथा निर्जीव—सभी वस्तुओं पर लागू होते हैं। उदाहरण के लिए, हम जानते हैं कि हमारी ऊर्जा का स्रोत हमारे द्वारा खाया जानेवाला भोजन है, जो अपनी बारी में अपनी ऊर्जा प्रत्यक्षतः या परोक्षतः सूर्य से प्राप्त करता है। उचित रासायनिक क्रिया इस खाद्य-ऊर्जा को ऐसे स्वरूपों में परिवर्तित कर देती है जिससे कि वह हमारी देह की कोशिकाओं को उपलब्ध हो जाती है।

### उपापचयन और देहीय ऊर्जा

हर कोशिका एक 'प्रयोगशाला' है, जो भोजन को उससे लघुतर तथा सरलतर पदार्थों में खंडित करके ऊर्जा मुक्त कराने के लिए आवश्यक 'साज-सामान' से लैस रहती है। इस प्रकार उन्मुक्त रासायनिक ऊर्जा उन सभी अन्य स्वरूपों में रूपांतरित हो जाती है कि जिनमें यह अपने को अपनी सजीव क्रियाशीलताओं में अभिव्यक्त करती है और सजीव द्रव्य के जटिल जीव-द्रव्य (प्रोटोप्लाज्म) की उत्पत्ति में भी उपयुक्त हो जाती है। इस प्रकार चयापचयन या उपापचयन रासायनिक अभिक्रियाओं का समष्टिक है, जो खंडित होती और ऊर्जा उन्मुक्त करती है और जो गठित होती और ऊर्जा को संचित करती है। प्रथमोक्त को 'अपचय' और अतोक्त को 'चय का उपचय' कहते हैं।

ऊर्जा का निम्नतम स्वरूप ऊष्मा है। ऊर्जा के अन्य सभी स्वरूप ऊष्मा में रूपांतरित किए जा सकते हैं, किन्तु ऊष्मा—जहां तक हमें मालूम है—का अन्य स्वरूपों में पुनः रूपांतरण नहीं किया जा सकता। हम ऊष्मा का उपयोग कर सकते हैं, किन्तु इसे अन्य किसी चीज में नहीं बदल सकते।

पहले-पहल अठारहवीं सदी के अन्त में इस बात का पहली बार ज्ञान हुआ कि देह द्वारा दी जानेवाली ऊष्मा देह के भीतर ऑक्सीजन की उपस्थिति में पदार्थों के दहन का परिणाम है। यह देखा गया है कि एक जलती मोमवत्ती और जंतु-देह में आधारभूत अनुक्रियाएँ समान ही हैं। प्रत्येक कार्बन यौगिकों के प्रज्वलन में ऑक्सीजन का उपयोग करती है, जिसके फलस्वरूप कार्बन डाई-ऑक्साइड, पानी तथा ऊष्मा की उन्मुक्ति होती है।

उन्नीसवीं सदी के दौरान वैज्ञानिकों ने इसका मात्रात्मक प्रमाण एकत्र किया कि जंतु-देह किसी-न-किसी प्रकार उतनी ही ऊर्जा उन्मुक्त करती है, जितनी कि वह भोजन के रूप में ग्रहण करती है।

### न्यूनतम चयापचय-गति

सम्पूर्ण ऊष्मा-उत्पादन को सम्पूर्ण उपापचयन या सम्पूर्ण चयापचयन का सूचक मान लिया जाता है। एक ही व्यक्ति में अलग-अलग समयों पर शीघ्रता-पूर्वक और सरलतापूर्वक न मापी जा सकनेवाली परिस्थितियों के कारण इसमें इतना भेद हो सकता है कि इससे हमें उसके उपापचयन की अवस्था का कोई स्पष्ट आभास नहीं मिल पाता। इस कारण व्यक्ति की न्यूनतम चयापचय-गति (न्यूनतम उपापचय-गति) या न्यू० च० ग० की परीक्षा करना आवश्यक है।

न्यूनतम चयापचय-गति किसी व्यक्ति का ऐसी मानक परिस्थितियों में, जो उसकी सक्रियता न्यूनतम कर देती है, ऊष्मा-उत्पादन है। माप का सामान्य ढंग एक निश्चित अवधि के भीतर ऑक्सीजन का उपयोग है। व्यक्ति की प्रातःकाल, जबकि उसने रात के भोजन के बाद कुछ नहीं खाया है, और पिछले चौबीस घंटों में कोई कठिन श्रम नहीं किया है, और परीक्षा से पहले कमरे में सुविधाजनक ताप में आधा घंटा विश्राम कर चुका है, परीक्षा की जाती है। इस प्रकार यथा-सम्भव पूर्ण पेशीय तथा मानसिक विश्राम और पाचन प्रशान्ति प्राप्त करने का प्रयास किया जाता है। अब देह द्वारा उत्पन्न तनिक भी ऊर्जा कोशिकाओं की न्यूनतम उपापचय-प्रक्रियाओं और अगो की जीवन के लिए आवश्यक क्रियाओं के कारण ही होगी।

एक भारी-भरकम व्यक्ति से हम अधिक ऊष्मा उत्पन्न करने की अपेक्षा करेंगे और छोटे-हलके आदमी से कम। वास्तव में ऐसा ही होता है। लेकिन जब हम प्रति इकाई-भार के हिसाब से ऊष्मा-उत्पादन का आकलन करते हैं, तो हमें पता चलता है कि भारी व्यक्ति हलके व्यक्ति की अपेक्षा कम ऊष्मा उत्पन्न करता है। तथापि देह की सतह में प्रति इकाई-क्षेत्रफल के हिसाब से आकलन करने पर हमें जो संख्या प्राप्त होती है, वह सभी व्यक्तियों के लिए आश्चर्यजनक रूप से अचर है।

### चयापचय-गति पर प्रभाव डालनेवाले कारक

न्यूनतम चयापचय गति या न्यू० च० ग०—न्यूनतम चयापचय-गति पर

अनेको कारको का प्रभाव पडता है। आयु के साथ-साथ यह उत्तरोत्तर कम होती जाती है। पुरुषों की अपेक्षा स्त्रियों में यह कुछ कम होती है। कुछ पूर्वी देशों के निवासियों की गति पश्चिमवासियों से कम होती है। लेकिन जातीय भिन्नताएं अलग-अलग होती हैं। उदाहरण के लिए, गोरी जातियों की अपेक्षा एस्क़िमो जाति की चयापचय-गति ऊंची होती है। कठिन शारीरिक श्रम करनेवाले व्यक्तियों की चयापचय-गति आराम का जीवन व्यतीत करनेवालों की अपेक्षा प्रायः ऊंची होती है। गर्भा स्त्रियों में गर्भ-स्थिति के छ-या-सात माह के बाद इसमें वृद्धि देखी जाती है। इस समय गर्भ का भार माता के भार में काफी वृद्धि कर देता है और न्यूनतम चयापचय-गति में माता तथा गर्भ दोनों की गतियों का योग होता है।

कुछ असामान्य या रोगमूलक अवस्थाओं में न्यूनतम चयापचय-गति कम या अधिक हो जाती है। हीनावदुता या अनशन इसे कम कर देते हैं। अत्यवदुता और बुखार इसे बढ़ा देते हैं। सामान्य ताप में प्रत्येक अंश की वृद्धि से न्यूनतम चयापचय गति 5 से 7 प्रतिशत तक बढ़ जाती है।

संपूर्ण ऊष्मा-उत्पादन—हमारी ऐसी कोई भी गति, जिसमें थोड़ा भी पेशीय प्रयास सन्निहित होता है, सम्पूर्ण ऊष्मा-उत्पादन को बढ़ा देती है। साधारण श्रम में यह न्यूनतम-चयापचय-गति को 25 से 60 प्रतिशत तक ऊपर ले जा सकती है। अत्यधिक श्रम से न्यूनतम स्तर में 1500 प्रतिशत तक की वृद्धि हो सकती है।

यह एक आश्चर्य की बात है कि मानसिक क्रिया (न्यूनतम चयापचय-गति का लगभग 10 प्रतिशत मस्तिष्क के कारण है) में लगभग कोई अतिरिक्त ऊष्मा-उत्पादन सन्निहित नहीं होता। यह कहा जाता है कि 'एक घंटे के अत्यधिक मानसिक श्रम के लिए आवश्यक अतिरिक्त कैलोरियों की पूर्ति आधी नमकीन मूंगफली खाकर की जा सकती है।'

निर्विघ्न निद्रा में किसी भी अन्य समय की अपेक्षा कम ऊष्मा उत्पन्न होती है। इस स्थिति में ही वास्तविक 'न्यूनतम चयापचय' होता है, क्योंकि इस समय पेशीय अधिकतम शिथिलन की अवस्था में होती है। तथापि हम निद्रा के दौरान ऊष्मा-उत्पादन का एक मानक सूचक के रूप में उपयोग नहीं कर सकते, क्योंकि निद्रा की गहराई और उसके साथ पेशीय शिथिलन में काफी विभेद आता है और उसे इस प्रकार न्यूनतम चयापचय की भांति नियंत्रित नहीं किया जा सकता।

पर्यावरण-ताप सम्पूर्ण ऊष्मा-उत्पादन को प्रभावित कर सकता है। जब आसपास का ताप काफी नीचे गिर जाता है, तो हम कापने लगते हैं। कपन में सन्निहित अनैच्छिक पेशीय कुचन देह के सम्पूर्ण ऊष्मा-उत्पादन को बढ़ा देगा। यदि हवा का ताप देह के ताप से उष्णतर है, तो ऊष्मा-उत्पादन बदल भी सकता है और नहीं भी।

खाद्यों की विशिष्ट-गतिज क्रिया सम्पूर्ण ऊष्मा-उत्पादन को बढ़ा देती है।

जब खाद्य खाये जाते हैं, तो यह देखा जाता है कि ऊष्मा-उत्पादन इतना बढ़ जाता है जितना कि उनके ऊष्मा-मूल्य के आधार पर नहीं हो सकता। यह बात कार्बो-हाइड्रेट और वसा की अपेक्षा प्रोटीन के लिए अधिक सत्य है। भोजन के अंत-ग्रहण के बाद 12 से 18 घंटे तक यह प्रभाव चलता रहता है। यह विश्वास किया जाता है कि खाद्य पदार्थ के उपापचयी विघटन में उत्पन्न कुछ उत्पाद कोशिकाओं के उपापचयन को प्रत्यक्षतः उद्दीपित कर देते हैं और इसमें कुछ अतिरिक्त ऊष्मा सन्निहित रहती है।

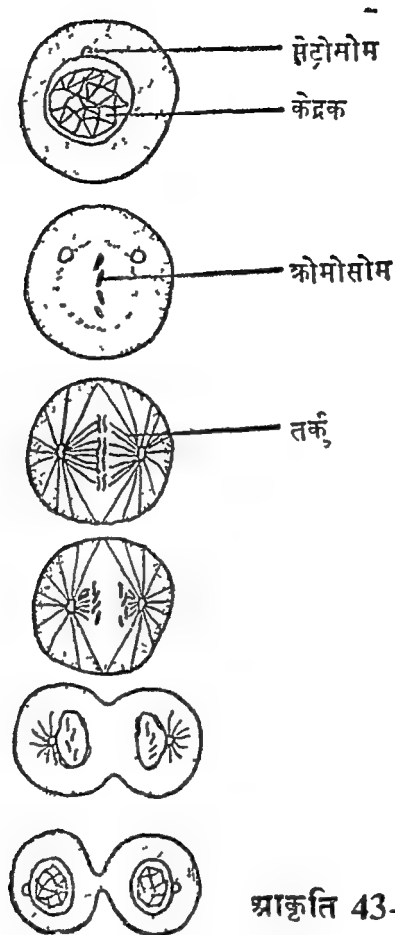
## देहीय कोशिकाओं की वृद्धि और प्रजनन

वृद्धि सामान्य उपापचयन का एक स्वाभाविक परिणाम है और लिंग-कोशिका को छोड़कर हर एक कोशिका—चाहे वह अस्थि-कोशिका हो या ग्रन्थि-कोशिका या अन्य कोई भी कोशिका, जो अपने-आप वृद्धि कर सकती है और अपनी पुनरुत्पत्ति कर सकती है,—प्रत्येक परिस्थिति में जिस प्रक्रिया से ऐसा करती है, वह लगभग एक-ही है। जब तक वह उचित पोषक तत्त्व प्राप्त करती रहती है और अन्य कारक इसे एक सामान्यतः कार्य करनेवाली इकाई के रूप में बनाए रखते हैं, कोशिका पोषक तत्त्वों को ग्रहण करती रहती है और उन्हें अपने जीव-द्रव्य में परिवर्तित करती रहती है। यह प्रक्रिया इसका बड़ा होना सम्भव कर देती है।

वृद्धि तब तक चलती रहती है कि जब तक एक विशेष क्रांतिक आकार नहीं प्राप्त हो जाता। कोशिका की वृद्धि ठीक किस कारक से रुक जाती है, यह निश्चित रूप से ज्ञात नहीं है। इसकी एक संभव व्याख्या यह हो सकती है—वृद्धि में कोशिका का आयतन उसके सतही क्षेत्रफल की अपेक्षा अधिक तेजी से बढ़ता है। चूंकि पोषकों, मलो तथा गैसों का विसरण कोशिका की सतह पर कोशिका-झिल्ली से होकर होता है, इसलिए हो सकता है कि इतना पर्याप्त सतही क्षेत्र न रहे कि जिससे कोशिका-जीवद्रव्य के सबसे भीतरी बिन्दुओं तक और उनके बाहर द्रव्यों का समुचित विसरण हो सके।

कारण चाहे कुछ भी हो, लगता है कि कोशिका के जीवन की यही वह अवस्था है कि जब वह विभाजित होती है और जीव-द्रव्य का आयतन वही रहने के बावजूद दोनों अनुजात कोशिकाओं का सतही क्षेत्रफल मूल कोशिका से अधिक हो रहता है। कोशिकाओं के पुनर्जनन का लाभ यह है कि एक अंग, ऊतक आदि को जो काम करना होता है, वह कई इकाइयों में बंट जाता है।

देहीय कोशिकाएं जिस प्रक्रिया द्वारा विभाजित होती हैं उसे 'समसूत्रण' या 'समविभाजन' कहते हैं। समसूत्रण में घटनाओं का एक चित्ताकर्षक क्रम सन्निहित होता है (आकृति 43)। 'नाभिक झिल्ली' या 'केन्द्रकावरण' विलुप्त हो जाता है और 'नाभिक' या 'केन्द्रक' एक अपेक्षाकृत ठोस गोलक से 'गुणसूत्रों' या



आकृति 43—

देहीय कोशिका  
का समसूत्रण

‘क्रोमोसोम’ नामक कई लघुतर पिंडों में परिवर्तित हो जाता है। क्रोमोसोम कोशिका के मध्य में चले जाते हैं और वहाँ उनमें से प्रत्येक का दो एकदम समान भागों में लम्ब विभाजन हो जाता है।

इसी बीच ‘सेंट्रोसोम’ नामक एक निर्मिति दो समान भागों में विभक्त हो चुकी होती है। ये दोनों भाग कोशिका के विपरीत ध्रुवों की ओर चले जाते हैं। अब प्रत्येक भाग से ‘रेखाएं’ विकिरित होती दिखाई देती हैं, जिससे एक तारे-जैसी व्यवस्था उत्पन्न हो जाती है। प्रत्येक सेंट्रोसोम से ये ‘रेखाएं’ कोशिका के मध्य की ओर आती हैं और उनके बीच एक तर्कु या ‘तर्कु’ बन जाता है।

नूतन क्रोमोसोमों में से प्रत्येक इन ‘रेखाओं’ पर होकर ध्रुवों की ओर जाता है। ये क्रोमोसोम ध्रुव पर समूहबद्ध हो जाते हैं और अब प्रत्येक ध्रुव पर उतने ही क्रोमोसोम होते हैं, जितने कि आरम्भ में केन्द्रक में थे। प्रत्येक क्रोमोसोम-समूह के आसपास एक केन्द्रकावरण बनने लगता है, तर्कु की ‘रेखाएं’ लुप्त हो

जाती है और कोशिका के विपुवद्वृत्त पर 'कोशिका-सार' या 'कोशिका-द्रव्य' दबकर दो भागों में विभक्त होने लगता है। अन्त में कोशिका-द्रव्य अपना विभाजन पूर्ण कर लेता है, क्रोमोसोम फिर एक संहत संहति का निर्माण करते हैं और एक कोशिका से दो नई कोशिकाएँ उत्पन्न हो चुकी होती हैं।

लेकिन इन केंद्रकीय घटनाओं की सार्थकता क्या है? हर जात की कोशिकाओं में क्रोमोसोमों की एक लाक्षणिक संख्या होती है। (मनुष्य की कोशिका में 48 क्रोमोसोम होते हैं)। हर क्रोमोसोम 'जीन' नामक कई सूक्ष्म पिंडों का बना होता है। क्रोमोसोमों का विखंडन यह सुनिश्चित कर देता है कि हर भावी अनुजात कोशिका को मूल-कोशिका जैसे और जितने ही जीन—और इसलिए उस-जैसी ही लाक्षणिकताएं—प्राप्त होंगी।

यह स्पष्ट मालूम देता है कि कोशिका के विभाजन को केंद्रक नियंत्रित करता है। इससे भी बड़ी बात यह है कि यह कोशिका के जीवन के लिए ही आवश्यक है। केंद्रक से पृथक् किया गया कोशिका-द्रव्य खंड विभाजित तो क्या होगा, जीवित ही नहीं रहेगा।

### लिंग-कोशिकाओं का परिपाक

पूर्णतः परिपक्व लिंग-कोशिकाएं कई बार विभाजित होती हैं। अधिकांश विभाजन देह-कोशिकाओं के विभाजन की ही तरह होते हैं, किन्तु उनमें से एक विभाजन विशिष्टतः भिन्न है।

अपरिपक्व शुक्राणु-कोशिकाएं कुछ बार समसूत्रण द्वारा विभाजित होने के बाद 'अर्धसूत्रण' या 'ह्लास-विभजन' नामक प्रक्रिया से गुजरती हैं। यह प्रक्रिया समसूत्रण की तरह ही प्रारम्भ होती है, लेकिन इसमें क्रोमोसोम कोशिका के विपुवद्वृत्त पर रेखावद्ध होने के बाद विखंडित होकर दो में नहीं बंट जाते। इसके विपरीत उनकी आधी संख्या कोशिका के एक ध्रुव पर चली जाती है और आधी दूसरे ध्रुव पर। जब कोशिकाएं विभाजित होती हैं, तो उनमें से प्रत्येक 'परिणामी कोशिका' में क्रोमोसोमों की सामान्य से आधी ही संख्या होती है। इनमें से प्रत्येक कोशिका अब समसूत्रण द्वारा एक बार और विभाजित होती है, और इस प्रकार सामान्य क्रोमोसोमों वाली एक मूल कोशिका से अंत में कम क्रोमोसोमवाली चार कोशिकाएँ उत्पन्न होती हैं। इन चारों में से प्रत्येक की आकृति में परिवर्तन होता है, केंद्रक 'शिर' बन जाता है, सेट्रोसोम 'ग्रीवा' और कोशिका-द्रव्य परिपक्व शुक्राणु की 'पुच्छ'।

'अंड-कोशिकाएं' उसी प्रकार परिपक्वता प्राप्त करने लगती हैं जैसे कि शुक्राणु-कोशिकाएं। ह्लास-विभजन या अर्धसूत्रण के समय आधे-आधे क्रोमोसोम प्रत्येक ध्रुव पर चले जाते हैं। लेकिन जब अपरिपक्व अंड विभाजित होता है, तो कोशिका-द्रव्य का समान विभाजन नहीं होता। आधे क्रोमोसोमवाली एक छोटी कोशिका उत्पन्न होती है और वह वहिष्कृत कर दी जाती है। आधे क्रोमो-



सोमवाली बड़ी कोशिका फिर विभाजित होती है, लेकिन इस बार समसूत्रण द्वारा। फिर एक छोटी और एक बड़ी कोशिका उत्पन्न होती है। छोटी कोशिका का अपकर्ष हो जाता है, जिससे केवल बड़ी परिपक्व अंड-कोशिका ही बची रह जाती है।

जब ससेचन होता है, तो शुक्राणु ग्रंड की ओर जाता है और उसे भेदकर अन्दर प्रविष्ट हो जाता है। भीतर केवल शिर और ग्रीवा ही जाते हैं, पुच्छ बहिष्कृत कर दी जाती है। शुक्राणु का सिर केन्द्रक-द्रव्य का बना होता है और अन्त में ग्रंड के केन्द्रक के साथ विलयित हो जाना है। अब हम समझ सकते हैं कि लिण्-कोशिकाओं के परिपक्व होने में ह्यास-विभजन का आशय क्या है। शुक्राणु और अंड-कोशिकाओं में जात के केवल ग्रावे ही क्रोमोसोम-लक्षण होते हैं। दोनों का संयोग और उनके केन्द्रकों का विलयन क्रोमोसोमों की सामान्य संख्या पूरी कर देता है। यदि ह्यास-विभजन न होता, तो ससेचित अंड में सामान्य मात्रा से दोगुने क्रोमोसोम होते।

### ऊतक की मरम्मत और पुनरुत्पादन

ऊतक की मरम्मत और पुनरुत्पादन की प्रक्रियाएँ कोशिकाओं की वृद्धि की ही मिसालें हैं। साधारणतया हम मरम्मत को क्षत ऊतक का साधारण पुनर्नवीकरण ही समझते हैं और पुनरुत्पादन को किसी जीव के किसी अधिक बड़े भाग का पुनर्नवीकरण। वास्तव में दोनों ही प्रक्रियाओं में बड़ी समानता है और वे प्रभावित क्षेत्र के आकार की अपेक्षा उसकी रचना करनेवाली कोशिकाओं के लक्षण पर अधिक निर्भर करती हैं।

ऊतक जितना ही कम विशेषीकृत होता है, उसकी मरम्मत करने और आघात से ठीक होने की शक्ति उतनी ही अधिक होती है। बहुत-से अपृष्ठवंशियों में, जिनकी कोशिकाएँ मनुष्य की अपेक्षा कम विशेषीकृत होती हैं, अंगों और ऊतक के आश्चर्यजनक पुनरुत्पादन की क्षमता होती है। कुछ कृमि ग्रावे में काट देने पर दो नये कृमियों में परिणत हो सकते हैं। लॉव्स्टर का कटा हुआ पंजा फिर से उत्पन्न हो जाता है। कुछ कगरेकदडी भी ऐसी गतिविधि प्रदर्शित करते हैं। कचैला साप, जो वास्तव में पादहीन छिपकली ही है, की बहुत ही भंगुर पूछ होती है, जो आसानी से टूट जाती है। जब यह टूट जाती है तो कुछ ही समय में एक दूसरी पूछ उग आती है।

कोई जीव जितना ही जटिल होता है, उसके अंग तथा ऊतक उतने ही अधिक विशेषीकृत होते हैं और वे उतनी ही कम सरलता से बदले जा सकते हैं। मनुष्य में कुछ ऊतक इतने विशेषीकृत होते हैं कि वे क्षत हो जाने पर अपना पुनरुत्पादन नहीं कर सकते। तंत्रिका-कोशिकाएँ इसी प्रकार की हैं। यदि किसी न्यूरोन की कोशिका-काय नष्ट हो जाती है, तो वह न्यूरोन हमेशा-हमेशा के लिए खत्म हो जाता है—उसे नहीं बदला जा सकेगा। कोशिका के प्रवर्धन पुनरुत्पादन कर सकते हैं, लेकिन कोशिका-काय नहीं कर सकती। परिपक्व लाल रक्त-कोशिकाओं के

वारे में, जो पुनरुत्पादन नहीं कर सकती, यह प्रश्न पैदा होता है कि क्या वे वास्तव में जीवित हैं। उनमें चूँकि केंद्रक नहीं होते, अतः उनके लिए पुनरुत्पादन करना किसी भी प्रकार सम्भव नहीं है।

अधिकांश संयोजी और आलंघक ऊतक कम विशेषीकृत प्रकार के होते हैं और सफलतापूर्वक पुनरुत्पादन कर सकते हैं। वास्तव में वे उन नष्ट ऊतकों का स्थान ले लेते हैं, जो अधिक विशेषीकृत होते हैं। थाव भरनेवाला ऊतक संयोजी ऊतक होता है। ग्रन्थीय ऊतक भी सफलतापूर्वक पुनरुत्पादन कर लेता है, जिसके कारण अंतःआवी ग्रन्थियों की अतिव्रिया के मामलों में बड़ी परेशानी में टालने-बाली समस्याएं उत्पन्न हो जाती हैं।

असामान्य ऊतक—कभी-कभी देह के भागों में ऐसे ऊतक प्रकट हो जाते हैं जो किसी भी प्रकार उपयोगी नहीं होते। ऐसी असामान्य वृद्धिया 'द्यूमर' या 'अर्बुद' कहलाती हैं और ये देह के किसी भी भाग में प्रकट हो सकती हैं। कुछ अर्बुद अपेक्षाकृत हानिरहित होते हैं और 'अहानिकर' या 'निर्बोध' अर्बुद कहलाते हैं। दूसरे जिदगी के लिए खतरनाक होते हैं और 'दुर्दम्य' अर्बुद कहलाते हैं। अहानिकर अर्बुद प्रायः ऊतक के एक कोप में बंद रहते हैं, जो उनका सभी ऊतकों में प्रसार रोकता है। दुर्दम्य अर्बुद, विभिन्न प्रकार के कैंसर जिनके उदाहरण हैं, ऊतकीय कोप में बंद नहीं होते। उनकी कोशिकाएं ऊतकों में प्रविष्ट होने का यत्न करती हैं और देह के विभिन्न भागों को जा सकती हैं।

अर्बुद-कोशिकाओं की उत्पत्ति का प्रश्न अभी तक अनिर्णीत है। एक अधिक सम्भव परिकल्पना यह है कि वे ऐसी भ्रूणीय कोशिकाएं हैं, जो कभी परिपक्वता नहीं प्राप्त कर सकी हैं या विशेषीकृत नहीं हो सकी हैं और व्यक्त देह के निर्माण में जिनका उपयोग नहीं हुआ है। किसी उत्तेजनशील उद्दीपक द्वारा (यह उद्दीपक अभी तक ज्ञात नहीं है) क्रियाशील कर दी जाने पर ये कोशिकाएं अपनी वृद्धि और गुणन करने लगती हैं।

### देह की सामान्य वृद्धि

देह की वृद्धि इसके विभिन्न भागों में होनेवाले परिवर्तनों का योग है और उसमें पृथक् कोई वस्तु नहीं है। हां, देह की वृद्धि की भीमा पर कुछ ऐसे परि-सीमन अवश्य लगे हैं, जो देह के बाहर किसी पोषक माध्यम में बढ़नेवाले ऊतकों पर लागू नहीं होते।

भार में वृद्धि देहाय वृद्धि का मदा ही वास्तविक सूचक नहीं होती, क्योंकि वसा का संचय देह के आकार में बिना किसी वृद्धि के ही हो सकता है और अक्सर होता भी है। इसे अधिकतर अस्थि की वृद्धि का ही सूचक माना जाता है, क्योंकि जीव की लम्बाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई का अंततोगत्वा यही निर्धारण करती है।

कशेरुकदंतियों में अस्थि-वृद्धि के दो अलग-अलग तरीके हैं। उनमें से एक किसी संयोजी ऊतक-भिल्ली में कैल्सियम-नवणों का निक्षेप है। जवड़े की हड्डी

तथा खोपड़ी की छत का निर्माण इसी तरीके से होता है। शरीर की अधिकांश अस्थिया पहले उपास्थि में प्रतिरूपित होती हैं, जो बाद में अस्थि द्वारा प्रतिस्थापित कर दी जाती हैं। यह वह अनिवार्य तरीका है कि जिससे लम्बी अस्थिया और उनके साथ-साथ शरीर की वृद्धि होती है।

बाह या टांग की हड्डी—जैसे लम्बी हड्डियों में पहले कांड के मध्य में उपास्थि कैल्सीकृत होती है। अस्थि के बाहर की ओर एक अस्थि-विरचक भिल्ली उगने लगती है और अस्थि-विरचक कोशिकाएँ कांड के आस-पास कैल्सियम-निक्षेप करने लगती हैं। इस बीच अस्थि का भीतरी भाग अभी भी कैल्सीकृत उपास्थि का ही बना होता है। इसी समय भीतरी भाग पर अस्थि-विनाशक कोशिकाएँ आक्रमण करती हैं और उपास्थि तथा कैल्सियम-निक्षेप को भेदती चली जाती हैं। उनके पीछे-पीछे अस्थि-विरचक कोशिकाएँ आती हैं और अस्थि-विनाशक कोशिकाओं द्वारा निर्मित कोटरों में वास्तविक अस्थि निक्षेपित कर देती हैं। यह प्रक्रिया कांड के ऊपर से नीचे तक और अस्थि के सिरो में भी होती है। तथापि अस्थि की वृद्धि होती रहती है, क्योंकि कांड की अस्थि हर सिरे की अस्थि से उपास्थि की एक पट्टिका द्वारा पृथक् रहती है। इसके बाद वृद्धि अस्थि के सिरो के इन वृद्धि-प्रदेशों में नये अस्थि-ऊतक के सम्मिलन द्वारा एक-दूसरे से दूर धकेले जाने से होती है। लम्बी हड्डियों की वृद्धि अन्ततः तब रुक जाती है जब उपास्थि-पट्टिकाएँ कैल्सीकृत हो जाती हैं।

कोमल ऊतकों की वृद्धि भी ऊतकों में कोशिकाओं की संख्या के गुणन द्वारा होती है। यह जान लेना चाहिए कि ऊतकों में दो विरोधी प्रक्रियाएँ हर समय एक साथ होती रहती हैं। एक ओर तो कोशिकाएँ अविरल रूप से पुनरुत्पादन करती रहती हैं (तंत्रिका-तन्त्र—जैसे स्थानों को छोड़कर) और ऊतक का आकार बढ़ाती रहती हैं; दूसरी ओर कोशिकाएँ अविरल रूप से मृत या नष्ट होती रहती हैं और ऊतक से निष्कासित की जाती हैं। बच्चों में सक्रिय वृद्धि के दौरान वृद्धि विनाश को अतिसंतुलित कर लेती है। वृद्धि के रुक जाने के बाद, और हमारे जीवन के अधिकांश भाग में, वृद्धि और विनाश लगभग समान गति से चलते रहते हैं। वृद्धावस्था में यह संतुलन दूसरी दिशा में चला जाता है और विनाश अधिक तेजी से होने लगता है। वृद्ध व्यक्तियों में ऊँचाई तथा कुछ ऊतकों और अंगों में सिकुड़ने की प्रवृत्ति इसी कारण होती है।

ऊतकों की यह चलिष्णुता हड्डियों—जैसे स्थायी लगनेवाले ऊतकों पर भी लागू होती है। अस्थि-विरचक और अस्थि-विनाशक कोशिकाएँ लगातार कार्य करती रहती हैं और एक 'ठोस' हड्डी अपने जीवन-काल में कई बार बनती और ध्वस्त होती है।

वृद्धि का नियंत्रण—वृद्धि का नियंत्रण करनेवाले कारकों के बारे में बहुत मोटी जानकारी ही है। जिन घनिष्ठ प्रक्रमों द्वारा कोई अंग-विशेष किसी विशेष आकार तक सीमित रहता है, वे सब अनसुलझे रहस्य ही हैं।

स्वस्थ वृद्धि, प्रत्यक्षतः तथा परोक्षतः, दोनों ही प्रकार नियमित होनी है। ग्रॉन्गीजन और उचित आहारों का अंतर्ग्रहण एक प्राथमिक कारक है। किन्तु यदि आवश्यक द्रव्यों के पाचन, अवशोषण और वितरण की प्रक्रियाएं उचित प्रकार और मात्रा के द्रव्य कोशिकाओं तक पहुंचाने में सहयोग न करें, तो यह अंतर्ग्रहण बेकार होगा।

हारमोन-नियंत्रण देह की वृद्धि के नियमन में एक और महत्वपूर्ण कारक है। हम देख चुके हैं कि पीयूष-ग्रन्थि की अग्रपानि एक वृद्धिकारक हारमोन स्रावित करती है, जो समस्त ऊतकों की वृद्धि को नियमित करता है। इन हारमोन की सामान्य मात्राएं न केवल हड्डियों की वृद्धि में ही परिवर्तन लाती हैं, बल्कि विभिन्न आंतरांगों की वृद्धि में भी। हम जानते हैं कि अवटु हारमोन वृद्धि पर प्रभाव डालता है। इसका प्रभाव संभवतः परोक्ष है, जो कोशिकाओं में ग्रॉन्गीकर अभिक्रियाओं के इसके नियमन पर आधारित है।

पहले यह सोचा जाता था कि पीयूषिका-वृद्धिकारी हारमोन गायट अवटु-प्रेरक हारमोन हो और इस प्रकार अवटु-हारमोन का स्त्राव करवाकर वह वृद्धि को प्रभावित करता होगा। लेकिन यह संभव नहीं मालूम देता, क्योंकि पीयूषिका-दोषजन्य बीने व्यक्ति को थाइरोग्लोव्युलिन के देने में उसकी वृद्धि वर्धित नहीं होती।

लिंग-हारमोन भी प्रकटतया वृद्धि पर प्रभाव डाल सकते हैं। ग्रंडोच्छेदित या खस्सी किया पशु प्रायः अधिक बड़ा हो जाता है। हारमोन-तन्त्र में यह नियमन कहा लागू होना है, यह जान नहीं है।

हड्डी की वृद्धि में ये सभी हारमोन तथा परावटु-हारमोन और विटामिन 'डी' सम्मिलित होते हैं। इन तमाम कारकों के सम्मिलित होने के कारण इनके अंतःसंघर्षों का जटिल होना अवश्यभावी है। जब हमें यह ज्ञात होता है कि हारमोनों को कोशिका के उपापचयन द्वारा ही कार्य करना पड़ता है और इस विषय में अध्ययन अभी अपनी शैशवावस्था में ही है, तो यह जटिलता और अधिक ही हो जाती है।

## अध्याय 14

# दैहिक ताप

अधिकांश जंतुओं की सक्रियता की सीमा तथा गति उनके पर्यावरण के ताप द्वारा ही निर्धारित होती है। जिन जंतुओं का दैहिक ताप पर्यावरण-ताप के साथ घटता-बढ़ता है, वे 'असमतापी' जंतु कहलाते हैं। यदि पर्यावरण ताप ठंडा होता है, तो उनकी सक्रियता कम हो जाती है, और यदि वह गरम होता है, तो उनकी सक्रियता तीव्रतर हो जाती है—चाहे वे इसे 'पसन्द' करे या न करे, होता उनके साथ यही है।

केवल पक्षियों तथा स्तनधारियों—'समतापी' जंतुओं में ही अपनी देह के ताप को नियंत्रित करनेवाली युक्तियाँ होती हैं। मनुष्य अपना ताप एक स्थिर स्तर (लगभग  $98.6^{\circ}$  फा०) पर बनाये रखता है—मौसमविदों के लेखे बाहर का ताप चाहे 'शून्य से नीचे' हो या 'छाह में  $100^{\circ}$ '। दैहिक ताप की इस स्थिरता के कारण मनुष्य ताप के मामले में अपने पर्यावरण से स्वतन्त्र है। उसकी कोशिकाएँ अपने स्वाभाविक ओज से अपना कार्य करती रह सकती हैं, क्योंकि देह के बाहर चाहे कुछ ताप हो, उनका ताप स्थिर रहता है। कुछ विरल परिस्थितियों में ही यह स्थिरता 'समतापी' जीवों के लिए अलाभकर रहती है। यदि आंतरिक ताप कोई  $10^{\circ}$  गिर जाये, या लगभग  $15^{\circ}$  चढ़ जाये तो कोशिकाएँ इस परिवर्तन को ज्यादा देर तक न झेल सकेंगी। अधिकांश 'असमतापी' जंतुओं के लिए इस परिवर्तन का अर्थ बस उनकी चयापचय-गति में अंतर आना ही होगा। लेकिन पक्षियों तथा स्तनधारियों में इस प्रकार के परिवर्तन केवल तभी आ सकते हैं जब उनकी ताप-नियामक युक्तियों में गंभीर दोष आ जाते हैं, इस सभावित हानि की तुलना में यह लगभग सतत लाभ कई गुना अधिक है।

अनेक अन्य शरीर-क्रियात्मक स्थिरताओं की ही भाँति दैहिक ताप की स्थिरता भी विरोधी प्रक्रियाओं की अंत क्रिया द्वारा कायम रहती है। देह में ऊष्मा का निरंतर उत्पादन होता रहता है और इसका निरंतर लोप होना ही चाहिए।

### ऊष्मा-उत्पादन तथा ऊष्मा-विलोप

ऊष्मा-उत्पादन एक उपापचयनकारी इकाई का चिह्न है और इसका उद्गम अततः जीव की कोशिकाओं में ही होना चाहिए।

कोशिका जब तक जीवित रहती है, उसके भीतर रासायनिक अभिक्रियाएँ होती रहती हैं और ऊष्मा का उत्पादन इसका एक अवश्यभावी परिणाम है। कोशिका के उपापचयन पर प्रभाव डालने वाला हर कारक उसके ऊष्मा-उत्पादन पर भी अवश्य प्रभाव डालेगा।

ऊष्मा-उत्पादन को नियंत्रित करने की जो एकमात्र युक्ति हमें उपलब्ध है, वह कंकाल-पेशी की सक्रियता में परिवर्तन है। ऐसी कोई युक्तियाँ नहीं हैं कि जो अन्य प्रकार की देहीय कोशिकाओं की एक पर्याप्त मर्यादा के उपापचयन को इतना घटा या बढ़ा सके कि जिससे देह-ताप पर उल्लेखनीय प्रभाव पड़ सके। लेकिन कंकाल-पेशियाँ दैहिक ऊष्मा की सबसे बड़ी स्रोत हैं और उनकी सक्रियता बदलती हुई ताप-आवश्यकताओं के अनुरूप प्रतिवर्ती या ऐच्छिक नियंत्रण द्वारा भी प्रत्यक्ष पूर्वक अनुकूलित की जा सकती हैं।

अंतिम विश्लेषण में यही निष्कर्ष निकलता है कि देह से ऊष्मा का लोप कई भौतिक प्रक्रियाओं का परिणाम है। ऊष्मा की एक थोड़ी-सी मात्रा हमारी साँस द्वारा अंतर्ग्रहीत वायु के गरमाने में नष्ट हो जाती है। इससे भी कम मात्रा में ऊष्मा मूत्र तथा मल के उत्सर्जन में नष्ट हो जाती है।

ऊष्मा का सर्वाधिक लोप त्वचा की सतह के जरिये होता है। त्वचा पर यह लोप चार विभिन्न प्रक्रियाओं—‘विकिरण’, ‘सनयन’, ‘संवहन’ और ‘वाष्पन’—द्वारा संभव हो सकता है।

विकिरण देह से किरणों या तरंगों द्वारा ऊर्जा का उत्सर्जन है। ऐसा कोई भी पिंड, जो अपने पर्यावरण की अपेक्षा अधिक उष्ण है, ऊष्मा की तरंगों का उत्सर्जन करता है। (एक सामान्य—डाक्टरों नहीं—तापमापी बिजली के जलते बल्ब के पास रखिये और ताप में वृद्धि देखिये)। हमारे पर्यावरण का ताप दैहिक ताप से प्रायः कम होता है, इसलिए त्वचा से ऊष्मा-तरंगों आसपास के माध्यम के जरिये विकीर्ण होती है। लगभग 55 प्रतिशत ऊष्मा-लोप विकिरण के कारण होता है।

‘सनयन’ द्रव्य की धाराओं द्वारा ऊष्मा के संचरण की प्रक्रिया है। उष्ण वायु ठंडी वायु से हलकी होती है और ऊपर उठने लगती है। इस प्रकार देह को घेरने वाली उष्ण वायु ऊपर उठती है और आसपास की ठंडी हवा उसका स्थान लेने के लिए आती है और धाराएं उत्पन्न हो जाती हैं। अपनी वारी में ठंडी हवा भी गरम हो जाती है और इस प्रकार यह प्रक्रिया बार-बार होती रहती है। लगभग 15 प्रतिशत ऊष्मा-विलोप सनयन-धाराओं द्वारा होता है। आप एक जलते हुए बिजली के बल्ब से उत्पन्न सनयन-धाराओं द्वारा सिगरेट के धुएँ का ऊपर ले जाया जाना देख सकते हैं। त्वचा से सनयन वायु की गति द्वारा बहुत प्रभावित होता है, पवन ऊष्मा-विलोप को त्वरित कर देती है।

‘संवहन’ ऊष्मा-स्थानांतरण की वह प्रक्रिया है जिसमें भिन्न-भिन्न ताप की दो वस्तुएं एक-दूसरे के सम्पर्क में होती हैं। साधारणतया संवहन का ऊष्मा-विलोप में बहुत ही कम महत्त्व है, क्योंकि वायु ऊष्मा की एक बहुत ही खराब संवाहक है। जब देह किसी ठंडी वस्तु के सम्पर्क में आती है, जैसे बर्फ का टुकड़ा, तो देह की ऊष्मा ठंडी वस्तु को चली जाती है।

‘वाष्पन’ ऊष्मा-विलोप की वह प्रक्रिया है जिसके कारण हम यह बात कहने

को विवश हो जाते हैं कि 'गरमी कहा है, उमस है !' पानी द्रव-अवस्था से वाष्प-अवस्था में परिवर्तित (वाष्पित) होते समय ऊष्मा का अवशोषण करता है। इस तरह त्वचा की सतह पर पानी का वाष्पन देह के ऊष्मा-विलोप में सहायक होता है। त्वचा से केवल पसीना ही नहीं, बल्कि कोशिकाओं से निकलकर विसरण द्वारा त्वचा की सतह पर आनेवाला पानी भी वाष्पित होता है। यदि वायु जल-वाष्प से लगभग सतृप्त है (अर्थात् यदि आर्द्रता अधिक है), तो वाष्पन बहुत सीमित या असंभव हो जाता है। चूँकि अत्यधिक उच्च ताप पर वाष्पन ही वह एकमात्र प्रभावी ढंग है कि जिससे देह ऊष्मा-विलोप कर सकती है, इसलिए बहुत गरम (120° फा ताप के) तथा आर्द्र वातावरण को कुछ मिनटों से अधिक नहीं सहा जा सकता है। यदि वातावरण शुष्क है, तो 200° फा. से ऊपर का ताप भी दैहिक ताप की वृद्धि के बिना सहा जा सकता है।

जल का वाष्पन त्वचा की तरह फेफड़ों में भी होता है। कुत्ते-जैसे पशुओं में, जिनके पंजों की गद्दियों के अलावा और कहीं स्वेद-ग्रंथियाँ नहीं होती, वाष्पन जीभ की सतह पर होता है। हाफना कुत्ते की वह युक्ति है जिसके द्वारा वह अत्यधिक गरमी होने पर ऊष्मा का क्षय करता है।

### दैहिक ताप का नियमन

देह-ताप का नियमन करने वाली युक्तियाँ अधिकांशतः तंत्रिका-परिवर्तन हैं, जिनका आरंभ त्वचा के ताप-संग्राहकों में होता है। इन संग्राहकों से तंत्रिका-आवेग केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र में जाते हैं और अधश्चेतक में स्थित तापनियामक केन्द्रों को चले जाते हैं। इन केन्द्रों से त्वचा की धमनिकाओं को, त्वचा की स्वेद-ग्रंथियों को, ककालपेगियों को, त्वचा की चिकनी पेशियों को, या इनके संयोगों को आवेग प्रेरित किये जाते हैं। अधश्चेतक द्वारा प्रेरित ये परिवर्तन दैहिक तथा आंतरांगीय क्षेत्रों में तंत्रिका-तंत्र के उच्चतर स्तरों द्वारा उत्पन्न समन्वय के अच्छे उदाहरण हैं।

निम्न पर्यावरण-ताप की अनुक्रियाएँ—जब पर्यावरण-ताप त्वचा के ताप से काफी नीचे गिर जाता है, तो देह जितनी तेजी से ऊष्मा पैदा कर सकती है, उससे अधिक तेजी से गंवाने लगती है। बाह्य ताप में गिरावट आने से त्वचा में स्थित शीत-संग्राहक उद्दीपित हो जाते हैं और अधश्चेतक में ऊष्मावर्धक केन्द्र को आवेग भेजे जाते हैं। इस केन्द्र से त्वचा की धमनिकाओं की चिकनी पेशी को आवेग भेजे जाते हैं, जिससे वह कुचित हो जाती है। इससे धमनिकाएँ कुचित हो जाती हैं और त्वचा में से कम रुधिर का प्रवाह होने लगता है। इस प्रकार विकिरण और सवहन की प्रक्रियाओं की प्रभावशीलता कम हो जाती है, क्योंकि अब इस क्षेत्र में कम उष्ण रुधिर ऊष्मा गँवा रहा है। स्वेद-ग्रंथियों को कम आवेग भेजे जा रहे हैं, कम पसीने का स्राव हो रहा है और वाष्पन कम हो गया है (निम्न तापों पर यह संभवतः किसी भी स्थिति में अधिक प्रभावशाली नहीं होता)। यदि बाह्य ताप बहुत नीचा नहीं है तो ये युक्तियाँ ऊष्मा-विलोप को कम

करके एक स्थिर दैहिक ताप बनाये रखने के लिए पर्याप्त होंगी ।

यदि पर्यावरण-ताप इससे भी अधिक नीचा गिर जाता है, तो ऊष्मा-विलोप में कमी पर्याप्त नहीं होती और ऊष्मा-उत्पादन की वृद्धि द्वारा इसकी अनुपूर्ति करनी पड़ेगी । ऐसी स्थिति में ऊष्मा-वर्धक केंद्र कंकाल-पेशियों को आवेग भेजता है और उनकी सक्रियता बढ़ा देता है । वर्धित कुचनो का परिणाम पेशियों द्वारा ऊष्मा का अधिक उत्पादन होता है । यदि यह भी पर्याप्त नहीं होता, तो पेशियों को और भी अधिक आवेग भेजे जाते हैं और अधिक अनैच्छिक कुचन होते हैं—कापना और दातो का किटकिटाना ।

परो या घने रोएवाले जंतुओं में ये आवेग त्वचा की चिकनी पेशी को जाते हैं, जो बालो या परो के हर्षण (खड़े होने) को नियंत्रित करती है । इससे ये बाल या पख फूल जाते हैं और अपने बीच में हवा की एक तह बना लेते हैं, जो ऊष्मा-पृथक्कारी का काम करती है । हा, यह एक सहायक युक्ति ही है और कंकाल-पेशी के कुचन इससे अधिक प्रभावी होते हैं । मनुष्य में यह युक्ति अभी तक विद्यमान है, लेकिन यह बिल्कुल प्रभावहीन है, क्योंकि देह पर बाल इतने घने नहीं होते कि जिनमें वायु की तह रुकी रह सके । हा, इससे रोंगटे अवश्य खड़े हो जाते हैं ।

प्रबल क्रियाशीलता द्वारा, भारी कपड़े पहनकर, अधिक प्रोटीन-प्रचुर आहार खाकर (विशिष्ट-गतिज क्रिया बढ़ाने के लिए उपापचयन का अध्याय देखिये) या सीधे उष्णतर पर्यावरण में जाकर हम भी इन प्रक्रियाओं में ऐच्छिक सहायता दे सकते हैं ।

उच्च पर्यावरण-ताप की अनुक्रियाएँ—जब पर्यावरण-ताप त्वचा के ताप से ऊंचा हो जाता है, तो घटनाएं विपरीत क्रम में घटती हैं । त्वचा के ताप-संग्राहक उद्दीपित हो जाते हैं और अधश्चेतक में ऊष्मा-अवनयन केंद्र को आवेग भेजते हैं । अब त्वक-धमनिकाओं की चिकनी पेशी को आवेग जाते हैं, जो उनके कुचन को अवरुद्ध कर देती हैं । धमनिकाएँ विस्फारित (फैल) हो जाती हैं और त्वक-केशिकाओं से होकर अधिक रुधिर प्रवाहित होता है और विकिरण तथा संवहन द्वारा ऊष्मा का उत्सर्ग कर दिया जाता है । यदि ताप काफी ऊंचा है, तो ये प्रक्रियाएँ वेकार हो जाएंगी । अब स्वेद-ग्रंथियों का उद्दीपन, अधिक स्वेद-स्राव तथा अधिक वाष्पन होगा ।

यदि देह के बाहर काफी गरमी है, तो ऊष्मा-उत्पादन को कम करना होगा । कंकाल-पेशियों की क्रियाशीलता का प्रतिवर्ती अवनयन हो जाता है और कम ऊष्मा उत्पादन होती है । गरमियों में हम सामान्यतः स्वेच्छापूर्वक कम सक्रिय होते हैं और प्रोटीनों की मात्रा कम कर देते और 'हलके' आहार खाते हैं । देह को अधिकतम संभव खुला रखने से वाष्पन का सतही क्षेत्र बढ़ जाता है और इस प्रकार यह भी इसमें सहायक होता है ।

यह जानना रुचिकर है कि ताप-नियामक केंद्रों को उनके पास से प्रवाहित होनेवाले रुधिर के ताप से और तन्त्रिकाओं द्वारा भी क्रियाशील किया जा सकता



है, रुधिर-ताप में अवनयन ऊष्मावर्धक केन्द्र को क्रियाशील कर देता है और उसमें वृद्धि ऊष्मा-अवनयन केन्द्र को। इनके उद्दीपन से उत्पन्न लाक्षणिक प्रभाव तब भी प्रकट होंगे कि जब बाह्य ताप ऐसी क्रियाओं की अपेक्षा न भी करे।

### दैहिक ताप में गड़बड़

मनुष्य में मापने पर औसत सामान्य दैहिक ताप  $98.6^{\circ}$  फा० निकलता है। गुदा-ताप लगभग एक डिग्री अधिक होता है। कुछ व्यक्तियों का ताप इससे कुछ दशांश कम-या-अधिक होता है। तथापि हम सभी में ताप-वैभिन्न्य का एक दैनिक चक्र होता है। दिन के ताप का चरम तीसरे पहर के अंत में या सायंकाल के प्रारंभ में आता है और निम्नतम बिंदु सुबह के समय। उच्चतम तथा निम्नतम बिंदु में एक डिग्री तक का भी अंतर हो सकता है। जो लोग रात में काम करते हैं, उनमें कुछ समय के बाद उच्च तथा निम्न बिंदुओं का क्रम उलट सकता है।

पेशीय प्रयास के दौरान दैहिक ताप ऊंचा हो जाता है और यह क्रियाशीलता एक जाने के बाद भी कुछ समय तक कायम रहता है। तथापि ऐसी अन्य असामान्य अवस्थाएं भी होती हैं, जिनमें दैहिक ताप अधिक लम्बी अवधियों के लिए चढ़ या गिर जाता है।

हीनावदुता तथा कुछेक पीयूषिका-विकारों में (जिनमें अवदुप्ररेक हार्मोन की न्यूनता से अवदु-ग्रंथि-हार्मोन का उत्पादन अवरूद्ध हो जाता है) दैहिक ताप अवसामान्य रहता है। दैहिक ताप में गिरावट न्यूनित ऊष्मा-उत्पादन के कारण होती है—उत्पन्न ऊष्मा की अपेक्षा अधिक ऊष्मा की क्षति होती है। यह ऊतकों की न्यूनित ऑक्सीकरण शक्तियों के फलस्वरूप होता है। अत्यवदुता में विपरीत कारणों से इसका उलटा होता है।

दैहिक ताप में चढ़ाव गिराव से कही अधिक आम है और इनका परिणाम अधिक गंभीर होता है। आर्द्र गरम वातावरण में बहुत देर रहने से लू लग सकती है या तापाघात हो सकता है। इस स्थिति में ऊष्मा-लोप का नियमन करने वाली युक्तियां या तो वर्धित पर्यावरण-ताप का निराकरण नहीं कर पाती, या वैसा करने के प्रयास में परिवर्तित हो जाती हैं। इससे दैहिक ताप बढ़ जाता है और यदि कम न किया गया, तो यह केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र को हुई अपूरणीय हानि के कारण मृत्यु तक ला सकता है।

धूपाघात लू लगने का एक विशेष प्रकार है। इसमें ऊष्मा-विलोप को नियमित करनेवाली युक्तियों की अपर्याप्तता के अलावा सूर्य की विकिरण-ऊर्जा का अवशोषण होता है और सूर्य की किरणों से अरक्षित अंगों के ताप में देह के साधारण ताप की अपेक्षा स्थानीय वृद्धि हो जाती है—विशेषकर मस्तिष्क अत्यधिक गरम हो जा सकता है।

तापाघात तथा धूपाघात से बचने का सबसे अच्छा उपाय हलका खाना, खूब पानी पीना, अधिकतम संभव निष्क्रिय रहना और देह से वाष्पन होने देने का

अधिकतम अवसर देना है। सिर तथा गर्दन को सूर्य की सीधी किरणों से बचाना वांछनीय है।

बुखार या ज्वर में दैनिक ताप कुछ समय तक उच्चतर स्तर पर रहता है। बुखार में ताप का बढ़ना, किसी हद तक, एक विषम घटना-क्रम के कारण होता है। ज्वर ग्रामतौर पर किसी संक्रमण या छूत की बीमारी के कारण होते हैं। संक्रामक 'जीवाणु' एक विपाक्त द्रव्य उन्मुक्त करता है, जो रुधिर में घूमते हुए देह की ऊष्मा-वर्धक युक्ति को उद्दीपित कर देता है। इससे त्वचा की रुधिर-वाहिकाएं कुचित हो जाती हैं (ज्वर की प्रारंभिक अवस्था में त्वचा का पीला हो जाना) और ऊष्मा-विलोप न्यूनित हो जाता है। इससे दैनिक ताप बढ़ने लगता है और इसकी वृद्धि के साथ-साथ वर्धित ताप कोशिकाओं के उपापचयन को तेज कर देता है और अधिक ऊष्मा पैदा होने लगती है। ज्वर की प्रारंभिक अवस्थाओं में रोगी सामान्यतः जो ठंड अनुभव करता है, वह त्वचा की रुधिर-वाहिकाओं के कुचन और त्वचा के ताप में सतत गिरावट का ही परिणाम होती है। यह त्वचा के शीत-संग्राहकों को उद्दीपित कर देता है।

जब ताप एक विशेष स्तर तक चढ़ जाता है, तो ऊष्मा-अवनयन केंद्र उद्दीपित हो जाता है। इससे त्वक-रुधिर-वाहिकाओं का प्रतिवर्त्ती विस्फारण हो जाता है, रुधिर तेजी से त्वचा तक आने लगता है (जो अब लाल हो चुकी होती है) और रोगी अत्यधिक गरमी का अनुभव करता है। किंतु अब ऊष्मा-विलोप भी आरंभ हो सकता है और ऊष्मा-उत्पादन तथा ऊष्मा-विलोप की युक्तियां एक-दूसरे को फिर प्रतिसंतुलित कर देती हैं। तथापि ताप तब तक ऊंचा ही रहता है जब तक विपाक्त द्रव्य का रुधिर में क्रांतिक सांद्रण बना रहता है। इसलिए यद्यपि ऊष्मा-विलोप ऊष्मा-उत्पादन को संतुलित कर देता है, देह का 'तापस्थायी' उच्चतर स्तर पर ही लगा रहता है। जब विपाक्त द्रव्य रुधिर से पृथक् हो जाता है, तो ज्वर शनैः-शनैः या तेजी के साथ उतर जाता है और ताप सामान्य स्तर पर आ जाता है।

ज्वर कोई अदम्य व्याधि नहीं है। यह ठीक है कि यदि यह बहुत ऊंचे ताप  $108^{\circ}$ - $110^{\circ}$  तक चला जाये, तो यह प्रायः घातक होता है। तथापि अधिकांश मामलों में यह रोग के प्रतिरोध में एक महत्त्वपूर्ण साधन प्रतीत होता है। यह सहायता किस प्रकार देता है, स्पष्टतः ज्ञात नहीं है, तथापि हम जानते हैं कि कृत्रिम रूप से उत्प्रेरित ज्वरों का कुछेक रोगों के उपचार में व्यावाहारिक मूल्य है। ज्वर आनेवाले खतरे की चेतावनी देने का काम करता है और इस प्रकार रोगमूलक उत्पात के कारण की ओर ध्यान केंद्रित किया जा सकता है।

## अध्याय 15

# पेशी-गति तथा श्रम

### आंतरिक गति

हमारे आंतरांगों की गतियां स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र तथा रुधिर में विद्यमान रासायनिक द्रव्यों द्वारा नियंत्रित होती हैं। ये गतिया अपेक्षाकृत धीमी, पर सामान्यतः सुसमन्वित होती हैं।

आंतरांगों की गतिया हमारे सारभूत आंतरिक अंगों की सक्रियताओं में अत्यन्त महत्वपूर्ण भाग लेती हैं। हृद्-पेशी के कुचन रुधिर को गति प्रदान करते हैं। पाचन क्षेत्र से सम्बंधित या उसमें की चिकनी पेशी के कुचन भोजन को क्षेत्र में आगे ले जाने और उसका यांत्रिक खंडन करने का काम करते हैं, जिससे पाचक प्रक्रिया अपना कार्य अधिक दक्षतापूर्वक कर पाते हैं।

मध्यच्छद के कुचन (यह याद रखना चाहिए कि मध्यच्छद कंकाल-पेशी का बना है) वक्षीय गुहा का आयतन बढ़ाने में सर्वाधिक महत्व के हैं। रुधिर-वाहिकाओं की चिकनी पेशी के कुचन रुधिर-प्रवाह की गति तथा वितरण का नियमन करते हैं। मूत्र-वाहिनियों में क्रमाकुचन तरंगें मूत्र-प्रवाह की वृत्तों से मूत्राशय को गति में सहायक होती हैं। गर्भाशयी कुचन गर्भ को जन्मनाल में से गुजारते हैं।

दिन-प्रतिदिन इनमें से अधिकांश गतियों की ओर हमारा ध्यान भी नहीं जाता। तथापि इनके बिना वे गतिया सभव न हो पाती कि जिनसे हम अधिक परिचित हैं।

### बाह्य गति

कुछ 'बाह्य' पेशियों के कुचन हमारी कुछेक आंतरिक प्रक्रियाओं के अधिक प्रत्यक्ष कारण हैं। उदाहरण के लिए, हाथ-पैरों की पेशियों के कुचन शिरायी रुधिर तथा लसीका के प्रवाह में महत्वपूर्ण कारक हैं, पशुकांतर पेशियों के कुचन (मध्यच्छद के कुचनों के साथ-साथ) वक्षीय गुहा के आयतन का नियमन करते हैं।

हमारी निगाह में सामान्यतः वे गतिया आती हैं, जो किसी जंतु के संचलन या उसके अंगों के निपुण प्रयोग में सन्निहित होती हैं। घोड़े की सायास गति, बाज की ऊंची उड़ान, चीते का तेज झपट्टा, सांप की द्रुत चोट, निपुण वायलिन-वादक का अंगुलि-लाघव—ये जंतु-जन्य विभिन्न तथा जटिल गतियों के कुछ उदाहरण-मात्र हैं।

कंकाल-पेशी के कुचन बड़े तेज होते हैं और कुछ गतियां तो इतनी तेज होती हैं कि आंख की पकड़ में भी नहीं आ सकती। हाथ की सफाई दिखाने में इसी

क्रिया का उपयोग किया जाता है। मर्मर पक्षी का फूल पर मंडराते समय पंख चलाना तीव्र, यथायथ गति का एक सुंदर उदाहरण है। 'वाह्य' गतियां अधिकांश जंतुओं को भोजन तक पहुंचने में, उसे पकड़ने तथा खाने में, लड़ने या भागने में, उनके श्वरण तथा दृष्टि-बोधक अंगों को केंद्रित करने में सक्षम बनाती हैं। मनुष्य में ये गतियां क्योंकर संभव होती हैं ?

### मनुष्य में कंकाल-पेशीय गतियां

हम पेशीय कुचन के ऊर्जा-आधार तथा तंत्रिका-नियंत्रण पर चर्चा कर चुके हैं। लेकिन हमने यह नहीं देखा कि देह के अंगों की गतियां किस प्रकार क्रियान्वित होती हैं।

पेशियां कंकाल या त्वचा के भागों से कंडराओं द्वारा जुड़ी होती हैं। अधिकांश पेशियां दो भिन्न-भिन्न हड्डियों से जुड़ी होती हैं। ऐसी स्थिति में पेशी का एक सिरा एक ऐसी हड्डी से जुड़ा होता है, जो पेशी के कुचित होते समय अचल रहता है। संयोजन का यह बिन्दु पेशी की मूलिका है। चूंकि यह संयोजन दूसरे की अपेक्षा अधिक स्थिर होता है, इसलिए कुचित होते समय पेशी इसी बिन्दु की ओर खिंचती है। दूसरा संयोजन 'चेष्टा-बिन्दु' या 'निवेश' कहलाता है। पेशी का कुचन उस हड्डी को, जिससे कि वह वहां संयोजित है, मूलिका की ओर खींचता है।

आंख की वाह्य पेशियों (जो नेत्र-गोलक को चालित करती हैं) की मूलिकाएं नेत्र-कोटर की हड्डी पर और उनके निवेश नेत्र-गोलक पर मढ़े संयोजी ऊतक में होते हैं। प्रत्येक आंख में छह पेशियां होती हैं, जिनमें से प्रत्येक नेत्र-गोलक की एक पृथक् गति उत्पन्न करती है। प्रत्येक आंख को ऊपर-नीचे लाया, नाक की ओर और सिर की ओर लाया तथा घुमाया जा सकता है। चूंकि दोनों आंखें आमतौर पर समन्वित गति करती हैं, इसलिए यह आशा की जानी चाहिए कि एक जटिल पर सूक्ष्म नियंत्रण-विन्यास उनकी गतियों को नियमित करने के लिए आवश्यक होगा।

आनन-पेशियां अपनी मूलिकाओं पर खोपड़ी के सामने की हड्डियों से और अपने निवेशों पर मुख की त्वचा से संयोजित होती हैं। कुछ पेशियों की मूलिकाएं तथा निवेश दोनों ही त्वचा पर होते हैं। ये पेशियां त्वचा के भागों को विभिन्न दिशाओं में खींच सकती हैं और इसलिए ये विभिन्न मुखाभिव्यक्तियों की निमित्त होती हैं।

देह की कुछ और पेशियों के निवेश भी त्वचा में होते हैं। अंस-फलक से कमर की त्वचा तक फैली पेशी की तरह इसी तरह की पेशी की मिसाल है। आदमी की अपेक्षा यह घोड़े तथा गाय-जैसे जंतुओं में अधिक मूल्यवान् है; क्योंकि यही वह पेशी है जिसके कारण उनकी खाल फड़कती है, जैसा कि हमने-आपने इन जंतुओं की पीठ पर किसी मक्खी के बैठ जाने पर होता देखा होगा।

संधियों (जोड़ों) की बनावट—जैसा कि अभी ऊपर बताया गया है, अधिकांश पेशिया दोनो सिरों पर हड्डियों से जुड़ी होती है। इस प्रकार वे जब कुंचित होती है, तो हड्डी गति करती है। कोई हड्डी जो गतिया कर सकती है, वे इस बात पर निर्भर करती है कि वह दूसरी हड्डी से किस प्रकार की संधि या संधि-स्थल का निर्माण करती है। वे जिन हड्डियों की सतहों पर संधित होती है, उन पर चिकनी उपास्थि की एक परत मढ़ी होती है। जब एक हड्डी दूसरी हड्डी के विपरीत दिशा में गति करती है, तो यह चिकना अस्तर घर्षण को काफी कम कर देता है। दोनो हड्डियों के बीच अवकाश होता है, जिसे 'संधि-कोटर' कहते हैं, जिस पर एपिथीलियम कोशिकाओं की एक परत मढ़ी होती है। ये कोशिकाएँ एक जलीय तरल स्रवित करती हैं, जो संधि के गतिशील भागों को स्नेहित करने का काम करता है। यदि ये कोशिकाएँ क्षोभित या प्रदाहित हो जाती हैं, तो इसके फलस्वरूप सामान्य से अधिक स्नायु हो सकता है और तरल संधि-कोटर में संचित हो सकता है (उदाहरण के लिए 'घुटने पर पानी' आ जाना)। कोटर से गुजरने-वाले संयोजी ऊतक के घने गुच्छे स्नायु हैं, जो हड्डी को हड्डी से जोड़ते हैं।

हड्डियाँ एक-दूसरी के साथ ककाल में जिन संधि-स्थलों का निर्माण करती हैं, उनके तीन प्रकार हैं—'अचल संधियाँ', 'अशत चल संधियाँ' और 'अबाध चल संधियाँ'।

कुछ हड्डियाँ इतनी दृढ़तापूर्वक सगलित होती हैं कि कोई भी गति संभव नहीं होती। वे जिन रेखाओं पर एक-दूसरी से सम्बद्ध होती हैं, वे अब भी दृश्य रह सकती हैं और वे बहुत-कुछ ऐसी ही दीखती हैं, जैसी कि दो कपड़ों को आपस में सी देने पर उनकी सिलाई नजर आती है और इसीलिए इन्हें 'सीवन' या 'संधिरेखा' कहा जाता है। इस प्रकार की संधियाँ खोपड़ी की हड्डियों में और उन तीन सगलित अस्थियों में मिलती हैं, जो श्रोणि की 'अनामी अस्थि' का निर्माण करती हैं। खोपड़ी की हड्डियों का सगलन कपाल-गुहा को कसकर बंद कर देता है और मस्तिष्क की रक्षा करता है। श्रोणि-मेखला के ठोसपने से वह मजबूत आधार उत्पन्न होता है, जो इस प्रदेश में देह के ऊपरी भाग के बोझ को सहारने के लिए आवश्यक है।

'अशत चल संधियाँ' विशेषकर रीढ़ की हड्डी के कशेरुकों के बीच पाई जाती हैं। इस प्रकार की संधियाँ एक हड्डी को दूसरी की सतह पर से खिसकने तो देती हैं, किन्तु एक-दूसरी पर अबाध गति नहीं करने देती। घड की मुड़ने-तुड़ने की गतिया, विशेषकर तब जबकि घड को सीधा नहीं रखा जाता है, कशेरुकों के एक-दूसरे पर खिसकने से संभव हो पाती है। यदि कशेरुक कदाचित् संगलित हो जाएं तो हमें या तो हर समय अपने को तानकर रखना होगा या कशेरुकों को तडकाने की जोखिम लेनी होगी। कलाई तथा एड़ी में की छोटी-छोटी हड्डियाँ (मणि-बधिकाएँ तथा गुल्फिकाएँ) इसी प्रकार संधित होती हैं।

हड्डियों को गति करने की आपेक्षिक स्वतंत्रता देनेवाली संधियों को तीन उपवर्गों में रखा जा सकता है। एक प्रकार वह है, जो घूर्णन के केवल एक ही अक्ष पर गति होने देता है। दूसरा वह है, जो घूर्णन के दो अक्षों पर गति होने देता है। तीसरा वर्ग गति की अधिकतम स्वतन्त्रता प्रदान करता है—वह घूर्णन के तीनों ही अक्षों पर गति होने देता है। संधियों के अध्ययन का सबसे अच्छा तरीका इन गतियों को खुद अपने पर ही आजमाना है।

एक घूर्णाक्षवाली संधियाँ—जिस सन्धि का केवल एक घूर्णाक्ष होता है, वह 'कोर-संधि' कहलाती है। ऊर्वस्थि तथा प्रजघिका की सन्धि—घुटने का जोड़ या जानु-सन्धि—इसी प्रकार की है। यह पैर के निचले भाग के आकुचन तथा वितान को संभव बनाती है। बाह में 'प्रगंडिका' तथा 'अंतःप्रकोष्ठिका' का संधि-स्थल भी इसी प्रकार का है और कुहनी पर बांह के निचले भाग का आकुचन तथा वितान संभव बनाता है। हाथ तथा पैर की उंगलियों की पहली तथा दूसरी और दूसरी तथा तीसरी अंगुलास्थियों के बीच अन्य कोर-सन्धियाँ हैं।

दो घूर्णाक्षवाली संधियाँ—दो अक्षों पर घूर्णन होने देनेवाली संधि की एक अच्छी मिसाल खोपड़ी की पृश्चकपालास्थि और गर्दन के पहले कशेरुक शीर्षधर, जिस पर खोपड़ी आधारित है, का संधि-स्थल है। यह संधि सिर की छाती तथा पीठ की गति (एक अक्ष पर) के और दोनों कंधों की ओर गति (दो अक्षों पर) को संभव बनाती है। हममें से कुछ लोग अपने पैर के पंजों को मोड़ सकते हैं और फँला भी सकते हैं। ऐसे लोगों की पहली अंगुलास्थियों और प्रपदास्थियों या अनुगुल्फिकाओं की संधियाँ इसी श्रेणी में आती हैं; अन्य लोग पंजों को केवल आकुंचित ही कर सकते हैं और इसलिए इस प्रदेश में उनके केवल एक ही क्रिया-शील कोर संधि होती है।

तीन घूर्णाक्षवाली संधियाँ—अनेक दिशाओं में गति होने देनेवाले संधि-स्थल भिन्न-भिन्न प्रकार के होते हैं। कुछ संधिस्थल अन्यों की अपेक्षा क्रिया को अधिक सीमित करते हैं और इन्हें 'विवर्तिका संधि' कहा जाता है। इस तरह की संधियों की एक मिसाल बाह में प्रगंडिका तथा बहिःप्रकोष्ठिका की संधि है, जो हाथ का हथेली से ऊपर की ओर या हथेली से नीचे की ओर की स्थिति में मोड़ा जाना संभव बनाती है। इसका एक और उदाहरण 'शीर्षधर' तथा गर्दन के दूसरे कशेरुक 'अक्षास्थि' की संधि है, जो सिर की कीलकीय गति को संभव बनाता है।

क्रिया को सबसे कम बाधित करनेवाली संधियाँ 'असफलक' तथा 'प्रगंडिका' की अस-संधि या स्कध-संधि तथा 'श्रोणि-मेखला' व 'ऊर्वस्थि' की श्रोणि-संधि या नितंब-संधि हैं। ये 'उलूखल-सन्धियाँ' या 'कदुक-उलूखल-सन्धियाँ' हैं और ये हाथों तथा पैरों की लगभग सभी दिशाओं में गति होने देती हैं।

अन्य सन्धियाँ भी गति की पर्याप्त स्वतन्त्रता देती हैं। 'प्रजघिका' तथा

‘गुल्फिकाओ’ या ‘प्रपदोपास्थियो’, ‘अतःप्रकोष्ठिका’ तथा ‘बहिःप्रकोष्ठिका’ व ‘मणिबद्धिका’ और उगलियो तथा अगूठो की अगुलास्थियो और करभास्थियो की संधिया ऊपर-नीचे, इधर-उधर और घूर्णांक गतिया होने देती है।

यद्यपि हड्डियों की गतिया सन्धिया होने देती है, तथापि इस प्रकार की गति का चालक बल तो पेशियों के कुचन से ही प्राप्त होता है। किसी भी एक गति के निष्पादन में अनेक पेशिया सन्निहित हो सकती हैं—कुछ कुचित होती हैं, तो कुछ शिथिलित। सहकार्यकारी और विरोधी पेशियों की अंतर्क्रिया गति के उन सूक्ष्म क्रमों और वारीकियों की कारण है जो कि मनुष्य तथा अनेक उच्चतर जंतुओं की लाक्षणिकता है।

### साधारण श्रम में क्या होता है ?

साधारण श्रम (घर का काम-काज, हलकी चाल से चलना-फिरना, आदि) के आरंभ में ककाल-पेशिया पहले की अपेक्षा अधिक सक्रिय हो जाती हैं। घटनाओं के एक क्रम के फलस्वरूप रुधिर का प्रवाह बढ़ जाता है, जिससे सक्रिय पेशियों को ऑक्सीजन तथा ईंधन की अधिक प्रदाय होने लगती है। पेशी-सक्रियता के साथ-साथ पेशी-उपापचयन में भी वृद्धि होती है। वर्धित उपापचयन का अर्थ है अधिक ऊष्मा-उत्पादन और स्वयं पेशियों का बढ़ा हुआ ताप। पेशियों के गरम हो जाने से उनके द्वारा किए जानेवाले कार्य की दक्षता बढ़ जाती है। दैनिक ताप यदि बढ़ा भी, तो वह संभवतः सक्रियता के आरंभ के समय बहुत ही थोड़ी अवधि के अलावा अधिक नहीं बढ़ेगा। पेशियों से जानेवाला गरम हुआ रुधिर थोड़ी ही देर में अधश्चेतक में स्थित ऊष्मा-अवनयन केन्द्र पहुँच जायेगा। त्वक-वाहिकाओं का प्रतिवर्ती विस्फारण विकिरण द्वारा अधिक ऊष्मा-विलोप होने देगा, और इस प्रकार वर्धित ऊष्मा-उत्पादन को संतुलित कर देगा।

वर्धित पेशी-उपापचयन का अर्थ ग्लूकोज के वर्धित ऑक्सीकरण के फल-स्वरूप कार्बन डाई-ऑक्साइड का अधिक उत्पादन भी होगा। पेशियों की छोटी रुधिर-वाहिकाओं में कार्बन डाई-ऑक्साइड की अधिक मात्रा विसरित होगी और एक बार वहाँ पहुँचने के साथ वह इन वाहिकाओं की भित्तियों में चिकनी पेशी के तन्तुओं को सीधे शिथिलित करेगी। उनके तज्जनित विस्फारण से ककाल-पेशियों से होकर अधिक रुधिर अधिक तेजी के साथ प्रवाहित होने लगेगा।

रुधिर में कार्बन डाई-ऑक्साइड की बढ़ी हुई मात्रा केवल स्थानीय क्रिया ही नहीं करेगी, वरन् वह अपनी मात्रा के दौरान परिवहन तथा श्वसन-तन्त्रों से की गई अपेक्षाओं के प्रति उनकी सामान्य अनुक्रियाओं को समन्वित करने में भी सहायक होगी। मस्तिष्क की अतस्था में से प्रवाहित होनेवाले रुधिर का वर्धित कार्बन डाई-ऑक्साइड सांद्रण वाहिका-संकोचक तथा प्रश्वास-केन्द्रों को प्रत्यक्षत उद्दीपित कर देता है। प्रश्वास-केन्द्र इसकी अनुक्रिया अपने द्वारा तालबद्धता से

निरावेशित आवेगों की आवृत्ति में वृद्धि द्वारा करता है। मध्यच्छद तथा पशुकांतर पेशियों को अंततः आवेगों की जो वर्धित संख्या पहुंचती है (क्रमशः मध्यच्छद तथा पशुकांतर तंत्रिकाओं द्वारा), वह सामान्य से अधिक तीव्र कुचन उत्प्रेरित करती है। इस प्रकार ध्वसन ज्यादा गहन हो जाता है। हृदय को रुधिर की वापसी में वृद्धि करने में अन्य कारक भी सहयोग दे रहे हैं—हृत्पद वन, हृद्-निपज तथा रुधिर-दाव।

इसी बीच ध्वसन की गहनता में वृद्धि ध्वसन-गति को बढ़ाने का यत्न करती है। हर प्रश्वास के समय फुफ्फुस-भित्तियों का अधिक खिंचाव भित्ति में स्थित संग्राहको को अधिकाधिक उद्दीपित करता है, वेगस-तंत्रिका के अभिवाही तंतुओं पर होकर उच्छ्वास-केन्द्र को अधिक आवेग जाते हैं, जो सामान्य ध्वसन की अपेक्षा प्रश्वास-केन्द्र को अधिक तेजी के साथ प्रेरित कर देता है। प्रश्वास के छोटे हो जाने से ध्वसन-चक्र त्वरित हो जाता है।

तीव्रतर तथा गहनतर ध्वसन फेफड़ों को ज्यादा अच्छी तरह से संवातित करता है। इस प्रकार उच्छ्वासित वायु में अधिक कार्बन डाई-ऑक्साइड निष्कासित होती है, जिससे रुधिर में इसका सांद्रण अत्यधिक नहीं हो पाता। (कार्बन डाई-ऑक्साइड की अत्यधिकता रुधिर की अम्लता को बढ़ाकर खतरनाक बना सकती है)। रुधिर में पहले की अपेक्षा अधिक ऑक्सीजन नहीं होगी, क्योंकि सामान्य ध्वसन के दौरान ही रुधिर इससे लगभग संतृप्त होता है, लेकिन चूंकि रुधिर-परिवहन त्वरित हो जाता है, इसलिए श्रम के आरम्भ होने के पहले की अपेक्षा अब प्रति मिनट अधिक ऑक्सीजन रुधिर में प्रवेश करती है।

जिन युक्तियों की हमने अभी चर्चा की है, वे कंकाल-पेशियों को रुधिर का अधिक तेजी और ज्यादा दाव के साथ प्राप्त होना सुनिश्चित कर देती हैं। तीव्रतर परिवहन के कारण पेशियों को प्रति मिनट अधिक ऑक्सीजन मिलती है और अधिक कार्बन डाई-ऑक्साइड निष्कासित होती है। प्रश्न यह है कि ग्लूकोज-पूर्ति का क्या होता है?

सक्रिय पेशियों में ताप के बढ़ जाने से वे पहले की अपेक्षा अधिक ग्लूकोज का और अधिक तेजी के साथ ऑक्सीकरण करती हैं। इससे रुधिर का गर्करा-सांद्रण कम होने लगता है। चूंकि रुधिर में की शर्करा यकृत में के ग्लाइकोजन के साथ साम्यावस्था में होती है, इसलिए रुधिर के गर्करा-सांद्रण में गिरावट के फलस्वरूप अधिक ग्लाइकोजन ग्लूकोज में खंडित होता है, जो रुधिर में विमुक्त हो जाता है। पेशिया जैसे-जैसे रुधिर से अधिकाधिक ग्लूकोज खींचती जाती हैं, रुधिर में यकृत से और अधिक ग्लूकोज आता जाता है। इस प्रकार पेशियों को ईंधन की पूर्ति करने के लिए एक समुचित युक्ति मौजूद है।

साधारण श्रम में ऑक्सीजन-पूर्ति उपयोग में आई ऑक्सीजन के बराबर चल सकती है और फलस्वरूप ऑक्सीजन-न्यूनता नहीं होती। इसके अवशिष्ट



प्रभाव मात्र यह होगा कि उपलब्ध कार्बोहाइड्रेट का ह्रास होगा तथा सक्रियता के दौरान विखंडित कोशिकाओं के पुनर्निर्माण में उपयोग के लिए अधिक प्रोटीनो की आवश्यकता होगी ।

### सख्त श्रम में क्या होता है ?

हमारे सख्त श्रम के लिए तैयार होने के साथ-साथ आमतौर पर हमारा मानसिक और भावात्मक 'गरमाना' होता है । पूर्व अनुभवों से उत्पन्न स्मृतियाँ तथा भावनाएँ—विशेषकर यदि श्रम में किसी-न-किसी प्रकार की होड़ या प्रति-योगिता सन्निहित हो, तो—तंत्रिका-तंत्र को उद्वेलित करके उसकी 'गति' को तेज कर देती है । यह देह को उससे शीघ्र ही की जानेवाली अपेक्षाओं के लिए प्रस्तुत कर देता है । आत्मनिष्ठ भावनाएँ स्वायत्त प्रभाव उत्प्रेरित कर सकती हैं—विशेषकर अनुकंपी विभाग द्वारा व्यवहित ऐसे समय में तीव्रतर श्वसन और आँखों के तारों का विस्फरण कोई असामान्य बातें नहीं हैं । देह तथा दिमाग का इस प्रकार समन्वित होना अक्रियता से सक्रियता की अवस्था के संक्रमण को अधिक क्रमिक और इस प्रकार का बनाने में सहायक होता है कि जिससे हमारी क्षमताओं पर अचानक जोर पड़ने की संभावना कम होती है ।

साधारण श्रम में होनेवाले जिन परिवर्तनों का ऊपर वर्णन किया गया है, वे सख्त श्रम में भी होते हैं । आप सोचते होंगे कि परिवर्तन और भी अधिक होते होंगे, किन्तु जहाँ अंतर होता भी है, वहाँ वह प्रकार की अपेक्षा अंश का अधिक होता है । हृद्-गति तीव्रतर, रुधिर-दाब उच्चतर, श्वसन तीव्रतर तथा गहनतर और रुधिर-परिवहन-काल साधारण श्रम की अपेक्षा अधिक तेज हो जाता है ।

सख्त श्रम में ऊष्मा-उत्पादन भी कहीं अधिक बढ़ जाता है । तथापि इस स्थिति में दैहिक ताप अपने साधारण स्तर पर नहीं बना रहता । ऊष्मा-उत्पादन इतना अधिक हो जाता है कि अत्यधिक स्वेद-स्राव होने के बावजूद ऊष्मा-विलोप युक्तियाँ उसे प्रतिसंतुलित नहीं कर पाती । दैहिक ताप बढ़ जाता है और फिर श्रम की अवधि-भर और उसके बाद भी कुछ समय तक एक नए, उच्चतर स्तर पर स्थित रहता है ।

अधिवृक्क-प्रातःस्था से ऐड्रिनलिन मुक्त होकर श्वसन तथा परिवहन-परिवर्तनों में सहायता दे सकती है । यह जठरीय ग्लाइकोजन से ग्लूकोज की उन्मुक्ति में भी सहायक होगी और ककाल-पेशियों की थकान को विलवित करेगी ।

अत्यधिक श्रम की स्थिति को कायम रखने में सर्वाधिक सीमाकारी कारक ऑक्सीजन-पूर्ति है । प्लीहा चाहे उद्दीपित होकर कुचित होने और रुधिर में लाल रुधिर-कोशिकाओं को उन्मुक्त करने लगती है (जिससे रुधिर की ऑक्सीजन-धारिता बढ़ जाती है), पर ऑक्सीजन का अंतर्ग्रहण पेशियों के तकाजे की पूर्ति नहीं कर पाता । पर्याप्त ऑक्सीजन के बिना थकान आने लगती है । कोई व्यक्ति ऑक्सीजन की कितनी कमी बरदाश्त कर सकता है, इसकी एक सीमा होती है,

और जब यह सीमा आ जाती है, तो श्रम रुक जाना चाहिए।

श्रम के पूरा हो जाने के बाद भी श्वसन साधारण अवस्था की अपेक्षा तब तक तीव्रतर तथा गहनतर रहता है कि जब तक कमी पूरी नहीं हो जाती।

### प्रशिक्षण के प्रभाव

आप अपने अनुभव और प्रेक्षण से जानते हैं कि आमतौर पर प्रशिक्षित व्यक्ति अपने विशिष्ट कार्य को अप्रशिक्षित व्यक्ति की अपेक्षा अधिक दक्षतापूर्वक कर सकता है। प्रशिक्षण का दक्षता पर क्योकर प्रभाव पड़ता है ?

पेशीय कार्य के लिए प्रशिक्षण की अवधि में व्यक्ति अपनी पेशियों के आकार को बढ़ा लेता है। ऐसा पृथक्-पृथक् तन्तुओं की संख्या में वृद्धि के वजाय पृथक्-पृथक् तन्तुओं के आकार में वृद्धि द्वारा होता है। बड़ी पेशियाँ अधिक काम कर सकती हैं।

शारीरिक प्रशिक्षण के अनेक लाभ परिवहन तथा श्वसन-तन्त्रों में आये परिवर्तनों के कारण होते हैं। प्रशिक्षित व्यक्ति का हृदय अप्रशिक्षित व्यक्ति के हृदय की अपेक्षा अधिक बलपूर्वक स्पन्दित हो सकता है और वह साधारणतः उतनी ही सक्रियता के लिए धीमी गति से स्पन्दन करता है। हृद्-निपज को बढ़ाने का यह उसकी वर्धित गति पर निर्भर करने की अपेक्षा अधिक दक्ष तरीका है। श्वसन-प्रभाव बहुत-कुछ इसी प्रकार के होते हैं—प्रशिक्षित व्यक्ति अप्रशिक्षित व्यक्ति की अपेक्षा अधिक गहराई से और कम तेजी से साँस लेता है। इसके फल-स्वरूप श्वासधारिता में जो वृद्धि होती है, उससे फेफड़ों का कहीं अधिक और ज्यादा लाभकर सवहन हो जाता है।

परिवहन तथा श्वसन-तन्त्रों की अधिक दक्षता के कारण ऑक्सीजन सक्रिय पेशियों को अधिक तेजी से ले जाई जा सकती है और उनसे मलो को अधिक तेजी से निष्कासित किया जा सकता है। इसका यह मतलब है कि प्रशिक्षित व्यक्ति बिना थके अधिक सख्त तथा अधिक देर तक काम कर सकता है। वह अप्रशिक्षित व्यक्ति की अपेक्षा अतिश्रम के प्रभावों से भी अधिक शीघ्रतापूर्वक संभल सकेगा।

वर्धित दक्षता का अधिकांश कार्य के समन्वय तथा निश्चितता में उस वृद्धि का कारण है कि जो प्रशिक्षण के कारण विकसित होती है। ये प्रभाव केन्द्रीय तंत्रिका-तन्त्र पर निर्भर करते हैं। इन क्रियाओं की पुनरावृत्ति उनकी प्रकृति की अधिकाधिक प्रतिवर्ती बना देती है (यहाँ आशय औपाधिक या अनुकूलित प्रतिवर्तों से है) और स्वयं इससे उनका समन्वय सुधर जाता है। अप्रशिक्षित व्यक्ति प्रशिक्षित व्यक्ति की अपेक्षा अधिक शारीरिक तथा मानसिक भटकने खायेगा। उत्तम कार्य से आत्म-विश्वास में जो वृद्धि होती है और उसके साथ-साथ जो समन्वय बढ़ता है, उसका परिणाम निरायास और दक्ष सक्रियता होगा।

यद्यपि हम सभी को प्रशिक्षित खिलाड़ियों की क्षमताओं का अनुकरण

करने की इच्छा नहीं होती, तथापि यह जानकर कि यह अधिकांशतः प्रशिक्षण का ही परिणाम है, हम संभवतः अपने द्वारा किए जानेवाले कम भारी कामों के करने के लिए अपनी दक्षता को बढ़ा सकते हैं। मध्यम और सतत व्यायाम से हम केवल अच्छा ही अनुभव नहीं करते, वरन् यह हमारी देह को इस योग्य बनाने में भी सहायक हो सकता है कि वह अपने से की जानेवाली अपेक्षाओं के लिए समुचित सिद्ध हो सके।

## थकान, आराम और नींद

थकान (श्राति) और आराम (विश्राति) की घटनाएँ अतः सवधित हैं और ये बड़ी रुचिकर तथा महत्वपूर्ण हैं। प्राचीन काल से मनुष्य इनपर विचार करता रहा है, तिसपर भी कुछ प्रश्न आज भी पहेलिया ही बने हुए हैं। इस बात को हम किसी हद तक समझ सकते हैं कि कोई अंग या तंत्र क्योंकर विशेष थक जाता है। किंतु देह के भागों के सभलने के लिए आवश्यक सभी पोषकों की पूर्ति कर दिए जाने के बाद भी हमें विश्राम की आवश्यकता क्यों पड़ती है? हम कुछ दिन से अधिक बिना सोये क्यों नहीं रह सकते? कुछ व्यक्तियों को अन्यो की अपेक्षा अधिक निद्रा की क्यों आवश्यकता होती है? नींद किस कारण आती है? इनमें से कुछ प्रश्नों के हमारे पास केवल अस्पष्ट उत्तर ही हैं, जबकि कुछ के कम से कम आंशिक उत्तर हमारे पास हैं।

### थकान

जीवधारी अंग का लगभग हर भाग ही अपनी सक्रियता के लवा कर दिए जाने पर श्रात हो जाएगा। श्राति के आने में कितना समय लगेगा, यह बात इसपर निर्भर करेगी कि उसमें सन्निहित ऊतकों की विशेष लाक्षणिकताएँ क्या हैं, रुधिर द्वारा उन्हें ऑक्सीजन तथा अन्य पोषकों की कितनी पूर्ति हो रही है, उनके उपापचयन से उत्पन्न मल को कितनी तेजी के साथ निष्कासित किया जा रहा है, उनके पास ईंधन-द्रव्यों की कितनी उपलब्धि है और उनके पर्यावरण की क्या अवस्था है। दूसरे शब्दों में, सक्रियता का जारी रहना और श्राति में विलंब स्वयं अपनी और समूचे शरीर की क्रियात्मक योग्यता पर निर्भर करते हैं।

श्राति का ऊतकों के लिए और हमारे लिए एक बड़ा निश्चित मूल्य है। यह हमें सक्रियता को उस हद तक जारी रखने से रोकती है कि ऊतक का अत्यधिक विघटन हो जाए, क्योंकि हो सकता है कि इस ऊतक की प्रतिस्थापना न हो पाये। इसलिए हम देखते हैं कि अधिक मूल्यवान् ऊतक या तो बार-बार की सक्रियता से जल्दी श्रात हो जाते हैं, या फिर उनमें इस प्रकार के अतर्निहित यत्र-विन्यास होते हैं कि जो अनेक प्रकार की परिस्थितियों में होनेवाली श्राति को रोकते हैं।

साधारणतः उच्च उपापचयन गतिवाले ऊतक सबसे जल्दी श्रात होते हैं। इस प्रकार जब केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र से अत्यधिक काम लिया जाता है, तो वह बहुत जल्दी श्रात हो जाता है। तंत्रिका, पेशी तथा स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के दूरस्थ भाग यदि क्लान्त होते भी हैं, तो अधिक धीरे-धीरे।

क्लात पेशी की श्राति के बारे में हमें सबसे ज्यादा जानकारी है। यहाँ यह निश्चित रूप से उपापचयी अवशिष्ट द्रव्यों के संचय के कारण होती जान पड़ती है। इनके अत्यधिक उच्च सांद्रण से पेशी की उत्तेजनशीलता तथा आकुचनक्षमता अवनत हो जाती है और यह दोनों को ही खत्म कर सकता है।

वर्धित अपशिष्ट द्रव्य-सांद्रण से आकुचनशील सक्रियता क्योंकर अवनत या समाप्त हो जाती है, यह एक ऐसा प्रश्न है जिसका अभी उत्तर नहीं दिया जा सका है। हम इतना जानते ही नहीं कि कोई अच्छा कारण दे सके। ज्ञान की इसी अपूर्णता के कारण हम अन्य अगो तथा ऊतकों में श्राति की समझ नहीं ग्रहण कर पाते।

जब ऊतक श्रात होते हैं, तो हम साधारणतः यह सोचते हैं कि वे अधिक उपयोग के कारण परिकृलात हो गए हैं। उदाहरण के लिए, किसी ग्रंथि को लंबी अवधि तक सक्रियता के लिए उद्दीपित करके उसके स्रवण को बढ़ाकर वाया जा सकता है। या सीमातीत कार्य करने पर लाल अस्थि-मज्जा लाल 'सधिर-कोशिकाओं' का उत्पादन करना बढ़ाकर सकती है। इन जैसे मामलों में परिकृलाति का कारण अशतः तो यह है कि उस ऊतक द्वारा उत्पन्न किये जानेवाले विशिष्ट पदार्थ के विस्तरण के लिए पूर्ति न्यूनित हो जाती है या पूरी तरह से निःशेष हो जाती है। अन्य उपापचयी प्रभाग भी इस परिस्थिति को उत्पन्न करने में सहायक हो सकते हैं और 'संभवतः' हे भी।

सख्त परिश्रम के बाद थकावट की भावना किस कारण उत्पन्न होती है, यह एक और अनसुलझी समस्या है। दैहिक अवस्थाओं में परिवर्तन का तंत्रिका-तंत्र पर प्रभाव निःसंदेह एक महत्त्वपूर्ण कारक है। भावात्मक तथा मानसिक प्रक्रियाएं इन अवस्थाओं पर निश्चित रूप से अच्छा या बुरा प्रभाव डाल सकती हैं।

### विश्राम तथा नींद

जब हम थके होते हैं, तो हमें सोने की, या कम से कम आराम करने की इच्छा होती है। विश्राम तथा निद्रा में एक निश्चित अतिजीवनोपयोगी मूल्य है। इनके बिना हम बहुत दिन नहीं जी सकते। यह पाया गया है कि चौदह या अधिक दिनों की अनिद्रता के बाद जंतु मर गए। इन जंतुओं के मस्तिष्कों की परीक्षा करने पर मस्तिष्क-प्रातस्था के न्यूरोनो में सिकुड़ने तथा अन्य परिवर्तन देखने में आए।

घातक प्रभाव सहे बिना मनुष्य कितने समय तक जागृत रह सकते हैं, यह ज्ञात नहीं। कुछ वैज्ञानिकों ने अपने-आप पैदा की जागृतावस्था को पांच दिन तक जारी रखा है। उन्होंने पाया कि पहले कुछ दिनों के बाद जागे रहना बहुत ही कठिन है। इसका अकेला संभव उपाय कुछ पेशियों को सक्रिय रखना है। जैसीकि हमें प्रत्याशा होगी, बढ़ती पेशी-तंत्रिका-श्राति के प्रमाण मिले। स्वभाव में तेजी आ गई और परीक्षागत व्यक्ति जरा-जरा-सी बातों पर नाराज होने और चिड़-चिड़ाने लगे। अन्यथा कोई हानिकर प्रभाव देखने में नहीं आया।

विश्राम की अल्प अवधियां निश्चित रूप से श्रांत ऊतकों को पुनः संभलने देती हैं। लेकिन यह क्यों आवश्यक है कि हम इतना सोते हैं, जितना कि हमसे अधिकांश को जरूरी लगता है ? यदि यह मात्र खोए हुए बल को पुनः प्राप्त करने के लिए और जागरण की अवस्था में होनेवाली विघटन-प्रक्रियाओं के प्रभाव से मुक्त होने के लिए ही है, तो हम यह आशा करेंगे कि हम नींद से बहुत ही ताजगी लेकर उठेंगे और अधिकतम क्षमता के साथ काम कर पाएंगे। लेकिन प्रयोगों से यह पता चला है कि कुशल कार्यों का अधिकतम निष्पादन सोकर उठने के तुरंत बाद नहीं होता, प्रत्युत बाद में (रात में सोने और सुबह काफी जल्दी उठनेवाले व्यक्ति में तीसरे पहर) होता है।

एक और चकरानेवाला पहलू यह है कि निद्रा अनिवार्यतः केवल श्रांति के बाद ही नहीं आती। हम तब भी सो सकते हैं कि जब तनिक भी श्रांत नहीं होते। क्या ऐसी निद्रा का भी कोई मूल्य है ? निद्रा-प्रक्रियाएं जिन समस्याओं को सामने लाती हैं, उनकी बेहतर समझ पाने की कोशिश करने के लिए हमें निद्रा के दौरान होनेवाली कुछ चीजों की, और उनकी व्याख्या के लिए प्रस्तुत कुछ सिद्धांतों की परीक्षा करनी चाहिए।

निद्रा के दौरान होने वाले परिवर्तन—निद्रा के दौरान देह की अनेक सक्रियताएं अपने न्यूनतम स्तर पर आ जाती हैं। हृद्-गति कम हो जाती है, रधिर-दाव गिर जाता है, और श्वसन धीमा तथा अधिक अनियमित हो जाता है। चयापचय-गति किसी भी अन्य समय की अपेक्षा मंदी हो जाती है, विशेषकर इसलिए कि पेशी-सक्रियता भी अपने न्यूनतम स्तर पर होती है। इसी के साथ दैहिक ताप में भी आमतौर पर कुछ गिरावट आती है और ताप-नियामक प्रक्रमों का भी कुछ अवनयन हो जाता है।

सग्राहकों की प्रभाव-सीमाएं ऊंची हो जाती हैं और संवेदनो तथा अधिकांश प्रतिवर्तों को उत्पन्न करने के लिए तीव्रतर उद्दीपनों की आवश्यकता पड़ती है। कुछ अतःसंवेदी प्रतिवर्त—वस्तुतः कहीं आसानी से उत्प्रेरित किए जा सकते हैं।

अश्रु तथा लाल-स्राव कम हो जाते हैं, लेकिन स्वेद-स्राव में खासी वृद्धि हो जाती है। आमाशय-रस के स्राव में विशेष अंतर नहीं आता। आमाशयिक आकुंचन तथा पाचन सामान्यरूप से चलते रहते हैं।

नींद की गहराई में खासा वैभिन्न्य होता है, आमतौर पर पहले घण्टे के अंत पर नींद सबसे गहरी होती है। इसके बाद यह हलकी हो जाती है—पहले काफी तेजी के साथ, और उसके बाद शूनैः-शूनैः और जागने के समय तक इसी प्रकार हलकी होती जाती है। गहरी नींद में स्वप्न नहीं आते और सभी गतियां न्यूनतम स्तर पर ही रहती हैं। स्वप्न सबसे ज्यादा जागने के समय के पास ही आते हैं और यदि वे उत्तेजक हुए (दुःस्वप्न, आदि) तो वे निद्रा में होनेवाले परिवर्तनों के विपरीत परिवर्तन उत्पन्न कर सकते हैं—तीव्र हृद्-गति, उच्च रधिर-दाव, त्वरित श्वसन, जठरीय चरता का अवरोधन, आदि।

निद्रा के सिद्धांत—प्राचीन यूनानियों के समय से मनुष्य ने निद्रा की प्रकृति के बारे में सोचा-विचार किया है। निद्रा के बारे में प्रस्तुत कुछ सिद्धांत एकदम अजीब हैं, तो कुछ अपूर्ण प्रमाणों पर आधारित हैं। कुछ सिद्धांत देखने में ठीक लगते हैं, लेकिन केवल एक ही सिद्धांत ऐसा है जो अधिकतम संभव ज्ञात तथ्यों को एक ऐसी योजना में व्यवस्थित करने का व्यापक प्रयास करता है जिसके भविष्य में पुष्ट होने की आशा की जा सकती है।

एक सिद्धांत के अनुसार निद्रा को वाहिका-संकोचक केंद्र की शांति के कारण आती बताया गया था, जिसके परिणामस्वरूप त्वक्-वाहिकाओं का वाहिका-विस्फारण हो जाता है। इससे मस्तिष्क पहुंचनेवाले रुधिर का विशाखन हो जाता है और प्रमस्तिष्कीय रुधिर-प्रवाह में कमी निद्रा उत्पन्न कर देती है। तथापि बाद में यह दिखा दिया गया कि निद्रा में मस्तिष्क का रुधिर-प्रवाह कम नहीं होता।

सिद्धांतों के एक समूह का केंद्र बिंदु कुछ ऐसे रासायनिक द्रव्यों का उत्पादन था कि जो निद्रा उत्प्रेरित करते हैं। कुछ का विश्वास था कि निद्रा श्रांतिजन्य उत्पादों के कारण आती है। दिन-भर की सक्रियता के दौरान इन द्रव्यों का संचय धीरे-धीरे रुधिर में उनके सांद्रण को इस सीमा तक ले जाता है कि वे चेतना-लुप्त और निद्रा को उत्प्रेरित कर देते हैं। किंतु ऐसे सिद्धांतों के प्रति गंभीर आपत्तियाँ उठाई गई हैं—निद्रा श्रांति के बिना भी आ सकती है या यह काफी श्रांति हो जाने पर भी नहीं आ सकती है।

यह ज्ञात है कि मनुष्य के अधश्चेतक में घाव या क्षतस्थल होने के फलस्वरूप रोगियों को प्रायः अत्यधिक नींद आती है। अधश्चेतक के एक प्रदेश का उद्दीपन करके देखा गया और इस बात के दावे किए गए कि इस प्रक्रिया द्वारा प्रयोगगत जंतुओं में निद्रा उत्प्रेरित हुई। बाद के काम से पता चला कि यद्यपि अधश्चेतक में निद्रा तथा जागरण से संबंध एक केंद्र है, पर यह कोई निद्रा-केंद्र नहीं है। मतलब यह कि इस केंद्र के उद्दीपन से निद्रा नहीं उत्पन्न होती। इस केंद्र के विनष्ट कर देने से लंबी निद्रा के रेले आने लगे। इसलिए इस केंद्र को एक जागरण-केंद्र कहना अधिक ठीक है। हम जल्दी ही इस केंद्र की संभाव्य सार्थकता देख लेंगे।

रूसी कार्याकीर्षक पावलोफ ने औषाधिक (अनुकूलित) प्रतिवर्तों पर अपने कार्य के फलस्वरूप इस सिद्धांत का निरूपण किया कि निद्रा एक निरोधी औषाधिक प्रतिवर्त का परिणाम है—पुनरावृत एकस्वर उद्दीपन एक निरोधी औषाधिक प्रतिवर्त उत्पन्न कर देता है और प्रमस्तिष्क-प्रातस्था के एक भाग की सक्रियता का निरोधन शेष प्रमस्तिष्क-प्रातस्था तथा शेष मस्तिष्क को फैलाकर चला जाता है। यद्यपि इस सिद्धांत के पक्ष में कई बातें हैं, लेकिन यह इस महत्वपूर्ण तथ्य की व्याख्या नहीं करता कि निद्रा प्रमस्तिष्क-प्रातस्था की अनुपस्थिति में भी आ सकती है और आती है। सच तो यह है कि अपनी प्रमस्तिष्क-प्रातस्था से हीनित कुत्ता लगभग दिन-भर सोया ही जाएगा।

निश्चय ही प्रमस्तिष्क-प्रातस्था निद्रा के प्रश्न में सन्निहित है, क्योंकि निद्रा

में चेतना के विलोप, और इसलिए, प्रांतरथा-सक्रियता का समावेश है। यह भी निश्चित ही लगता है कि अधश्चेतक भी संबंधित है। क्लाइडमैन द्वारा प्रस्तावित सिद्धांत निद्रा की उत्पत्ति में तंत्रिका-तंत्र के इन स्तरों में अंतःसंबंधों को दिखाने का यत्न करता है।

क्लाइडमैन के अनुसार निद्रा तब आरंभ होती है कि जब प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था को पहुंचनेवाले अभिवाही आवेगों की संख्या बहुत कम हो जाती है। मिराल के तौर पर, हम जानते हैं कि अंधेरे शांत कमरे में लेटना निद्रा लाने में बड़ा सहायक रहता है। इन परिस्थितियों में दृष्टि तथा श्रवण-आवेग न्यूनतम हो जायेंगे। लेकिन विशेष रूप से महत्वपूर्ण पेशियों से आनेवाले ऊतक-संवेदी आवेगों में कमी है। जब भी पेशियों में सक्रियता का जरा भी महत्वपूर्ण अंश होता है, उनसे प्रमस्तिष्क-प्रांतरथा को तंत्रिका-आवेगों का एक स्तरोत्तम प्रवाह आने लगता है। हम जब लेटते हैं, या बैठ भी जाते हैं, तो पेशियों में काफी शिथिलन आ जाता है। और ऊतक-संवेदी आवेगों की संख्या कम हो जाती है। इस प्रकार के आवेग के विशेष महत्व की और अधिक पुष्टि मनुष्य में पोषित जाग्रतावरथा पर किए प्रयोगों से हुई है। निद्रा की जो अकेली चीज निश्चित रूप से पेशवंदी कर सकती थी, वह थी पेशियों को सक्रिय रखना।

प्रांतरथा को पहुंचनेवाले संवेदी आवेग उसे सक्रिय कर देते हैं। प्रांतरथा अपनी बारी में अधश्चेतक में जागरण-केंद्र को आवेग भेजती है। जब तक इस केंद्र को प्रांतस्था-आवेग भेजे जाते हैं, जाग्रतावरथा बनी रहती है। यद्यपि जागरण-केंद्र की सक्रियता का पोषण सामान्यतः प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था से आनेवाले आवेग करते हैं, तथापि अन्य प्रदेश से आनेवाले अभिवाही आवेग भी कभी-कभी इसे सक्रिय कर सकते हैं। ये अंतोक्त आवेग, आवश्यकीय प्रकृति के ही होने चाहिए—भूख, प्यास, पीडा, पेशाव करने की इच्छा आदि के प्रतीक।

क्लाइडमैन-सिद्धांत का एक विकासवादी पक्ष भी है। उनका दावा है कि हो सकता है कि जाग्रतावरथा के बजाय निद्रा ही 'नैसर्गिक' अवस्था हो। यदि हम मनुष्य से निम्नतर जंतुओं के बारे में सोचें, तो हम देखते हैं कि उनमें से अधिकांश दिन में ज्यादातर सोते रहते हैं। लेकिन वे एक लंबी अवधि की नींद लेकर शेष दिन-भर जागे नहीं रहते। इसके बजाय वे दिन-भर में बिखरी अनेक लघुतर अवधियों में निद्रा लेते हैं। खरगोश-जैसे जंतु में जाग्रतावरथा की अवधियां भूख-प्यास, मलोत्सर्ग, काम-वृत्ति आदि-आदि मूलभूत आवश्यकताओं तथा इच्छाओं की तुष्टि को समर्पित होती हैं। प्रत्यक्षतः खरगोश केवल अत्यधिक तुरंत संवेदनो या आवेगों द्वारा ही जाग्रत रहता है। इस ढंग से उत्प्रेरित इस प्रकार की जाग्रता-वरथा को क्लाइडमैन 'आवश्यकताजन्य जागरण' कहते हैं।

कुछ उच्चतर स्तनधारियों में प्रमस्तिष्क-प्रांतस्था जब कुछ अधिक सीमा तक परिवर्धित हो जाती है, तो एक अन्य प्रकार—'वरणजन्य जागरण'—की जाग्रता-वस्था आ जाती है। इस प्रकार के जंतु अपने पर्यावरण में अधिक दिलचस्पी लेते



है और अपनी मूलभूत आवश्यकताओं की ही तुष्टि के अलावा अन्य प्रकार की गतिविधियों में भी रत होते हैं। उदाहरण के लिए, वे अन्य चीजों के अलावा खेलना भी सीखते हैं। चूँकि, कुत्ते तथा विल्ली ऐसे जंतुओं के उदाहरण हैं यद्यपि वे भी दिन के दौरान कई बार सोते हैं, पर निद्रावस्था के साथ जाग्रतावस्था का अनुपात बढ़ जाता है।

इनसे भी उच्चतर जंतुओं—बंदर, वानर या वनमानुष और सबसे ऊपर, मनुष्य—में वरणजन्य जागरण अधिकाधिक महत्त्वपूर्ण होता जाता है। मानसिक प्रक्रियाओं का विकास इन्हे मात्र इच्छाओं तथा आवश्यकताओं की ही तुष्टि करने की अपेक्षा कई और चीजें करने का अवसर देता है। मनुष्य में इसकी चरम परिणति अधिकांश दिन जाग्रतावस्था में बिताने और निद्रा की एक मुख्य अवधि में होती है।

मनुष्य में दैनिक निद्रा स्पंदलय उपाधियन या अनुकूलन के फलस्वरूप स्थापित होती है। बच्चों को—आयु बढ़ने के साथ-साथ—रात में सोना सिखाया जाता है। उन्हें एक निश्चित समय पर विस्तर में लिटा दिया जाता है, कमरे को अधियारा और शांत बना दिया जाता है। पुनरावृत्ति से शयन के सामान्य समय का आगमन निद्रालुता की भावना उत्प्रेरित कर देता है—एक औपाधिक प्रतिवर्त्त स्थापित हो जाना है।

इस विकासवादी दृष्टिकोण की संपुष्टि-स्वरूप हम देखते हैं कि प्रमस्तिष्क-प्रातःस्थाहीन कुत्ता निद्रा के मामले में अधिक पूर्वांग अवस्था को पकड़ जाता है। यह लगभग दिन-भर सोता रहता है, उठता तभी है कि जब पेशाव करने की आवश्यकता होती है या भूख लगती है, आदि। मानव-शिशु भी (जिसकी मस्तिष्क-प्रातःस्था जन्म के समय अच्छी तरह काम नहीं करती) दिन के अधिकांश भाग सोता ही रहता है और उसकी अनेक निद्रा-अवधियाँ होती हैं, जिनका दिन या रात से कोई संबंध नहीं होता। उपाधियन द्वारा शिशु को रात में अधिकाधिक सोना सिखाया जाता है। दैनिक निद्रा-स्पंदलय शनैः-शनैः विकसित कर दी जाती है।

क्लाइडमैन का सिद्धांत हमें निद्रा की अन्य परेशानी में डालनेवाली समस्याओं का समाधान करने में सहायता दे सकता है। जैसा कि हम जानते हैं, ऊब या आक्लाति अथवा उकताहट या एकस्वरता की स्थितियाँ निद्रा को सरलतापूर्वक उत्प्रेरित करती हैं। ऐसा इसलिए होता है कि प्रमस्तिष्क-प्रातःस्था में आनेवाले आवेग लगभग समान कोटि और तीव्रता के ही होते हैं। प्रातःस्था की सक्रियता उसके आगता आवेशों के व्यवहृण के ग्रहण करने पर निर्भर करती है। समान उद्दीपनों के मदकारी प्रभाव के कारण हम अपने पर्यावरण के प्रति उदासीन हो जाते हैं और फलतः जागरण-केन्द्र को कम आवेग भेजे जाते हैं। हम सो जाते हैं।

इसका एक विपरीत दृष्टांत—दिन-भर के सख्त काम के बाद हमारी पेशियाँ एकदम श्रांत हो चुकी हो सकती हैं, पर किसी न किसी कारण, हमारी प्रातःस्थाएँ

उद्दीपित होती है। ऐसी हालत में हम सोने में कठिनाई होती है या हम इच्छा से जागे रह सकते हैं।

क्लाइटमैन का सिद्धांत अभी भी सिद्धांत ही है और अभी सिद्ध नहीं किया गया है। तथापि इसमें अपने पक्ष की काफी बातें नजर आती हैं और यह और भी अधिक प्रायोगिक कार्य की ओर ले जानेवाला सिद्ध होना चाहिए। समयानुरूप से हमें एक ऐसी समस्या का पूर्ण उत्तर मिल जाना चाहिए कि जिसने मनुष्य को सदियों से चकित कर रखा है।

## रोग से संरक्षण

जब हम यह सुनते हैं कि कितने सारे तरीको से हमारी देहो की 'मशीनरी' में कुछ खराबी आ सकती है, तो हमें शायद इस बात पर अचरज होता है कि इतने सारे लोग स्वस्थ कैसे हैं। आप पूछ सकते हैं, "मनुष्य-जैसी सूक्ष्मतापूर्वक बनी मशीन बयोकर—यदि घातक नहीं, तो बार-बार के विघटन को झेल पाती है?" यह सही है कि देह में अनेक सूक्ष्म (नाजुक) भाग हैं और यह भी सही है कि आमतौर पर सामान्य क्रिया और दुष्क्रिया में बाल-भर ही फर्क रहता है। साथ ही हमें यह भी अनुभव करना चाहिए कि देह में विघटन का प्रतिरोध करने या रोगवाही जीवों के आक्रमण का प्रतिकार करने की अद्भुत क्षमताएं हैं। इस दूसरी प्रक्रिया में ही हम विशेष रुचि लेते हैं।

### रक्षा की पहली पंक्ति

सक्रामक जीव देह में प्रवेश करना अपेक्षाकृत कठिन पाता है। देह की अधिकांश सतह पर त्वचा का बड़ा अभेद्य संरक्षक उपरोध है। इसका बाह्यांश उपकला या एपिथीलियम का बना है, जिसकी बाहरी सतहों में केवल मृत कोशिकाएं ही होती हैं। जैसे-जैसे कोशिकाएं मृत होती जाती हैं, अपने नीचे की जीवित कोशिकाओं के गुणन द्वारा वे निरन्तर ऊपर की ओर धकेली जाती रहती हैं और सबसे ऊपर वाली मृत कोशिकाएं झड़ जाती हैं। ये मृत कोशिकाएं एक खासे शक्ती ऊतक का निर्माण करती हैं, जो—वर्णन कि वह किसी जगह टूटा हुआ ही न हो—जीवाणुओं को बड़े प्रभावी ढंग से अलग रखता है।

यदि ये जीव मुख या नासा-गुहाओं में प्रवेश करते हैं, तो अधस्थ (नीचे के) ऊतकों में पहुंचने के लिए उन्हें इन गुहाओं पर अस्तर की तरह चढ़ी श्लेष्मल झिल्लियों को भेदना होगा। इन जीवों में से अधिकांश उन श्लैष्मिक स्रावों में फस जाते हैं कि जो इन झिल्लियों की सतह पर फैले होते हैं। यदि वे ग्रसनी में चले जाएं और फिर श्वास-नली में पहुंच जाएं, तो न केवल झिल्लियां तथा श्लेष्मा ही रास्ता रोकेंगे, बल्कि लहराते रोमांश भी, जो उन्हें फिर बाहर की ओर धकेल देने का यत्न करते हैं। या, यदि जीवाणु ग्रास-नली और पाचन-क्षेत्र के उदरीय भागों में प्रवेश करते हैं, तो वे अत्यधिक अम्लीय जठर अन्तर्वस्तु में जा गिरते हैं। अधिकांश जीवाणुओं के लिए यह अम्ल घातक विष है। यदि वे अम्ल से भी बच निकले, तो उनमें से बहुत कम ही पाचक क्षेत्र में और आगे की श्लैष्मिक झिल्ली को पार कर पाते हैं। जो जीवाणु पाचक क्षेत्र के निम्नतर प्रदेशों में पहुंच भी जाते हैं, वे विषाणुओं के साथ निष्कासित कर दिए जाते हैं।

### श्रान्तरिक रक्षा-युक्तियां।

जब बाह्य रक्षा-युक्तियां भंग हो जाती हैं, और जीवाणु अधःस्थ ऊतकों पर आक्रमण कर देते हैं, तो जीवित रहने और बढ़ने के लिए उन्हें अन्य रक्षा-पातों को पराभूत करना होगा।



आकृति 44 — एक  
न्यूट्रोफिल ऊतकीय  
अवकाश में 'रंग' रही  
है और जीवाणु का  
अंतर्ग्रहण कर रही है।

जब जीवाणु त्वचा के नीचे पहुंचने में सफल हो जाते हैं, तो रुधिर-प्रवाह में प्रवेश कर सकने के पहले उन्हें अन्य ऊतकों से होकर जाना होगा। आमतौर पर वे इतने आगे नहीं जा पाते, क्योंकि ऐसी प्रक्रियाएं क्रियाशील कर दी जाती हैं कि जो सक्रमण या सद्रूपण को स्थानीकृत करने का यत्न करती हैं। मानो अदृश्य डोरियों से खिंचकर न्यूट्रोफिल या उदासीन रंजी (तथा कुछ बृहत्केंद्रक श्वेताणु या मोनोसाइट भी) बड़ी गति के साथ संक्रांत क्षेत्र की ओर आकृष्ट हो जाते हैं। केशिका-भित्तियों की कोशिकाओं के बीच निपीड़न करती हुई वे श्वेत रुधिर-कोशिकाएं ऊतकीय अवकाशों में घुस जाती हैं और जीवाणुओं का भक्षण या अंतर्ग्रहण करना आरम्भ कर देती हैं।

इन कोशिकाओं को अपने प्रयासों में संक्रांत प्रदेश में सूजन या प्रदाह की

उत्पत्ति से सहायता मिलती है। संक्रांत क्षेत्र में केशिकाएं विस्फारित हो जाती हैं। विस्फारण जीवाणुओं द्वारा विमुक्त विपाक्त द्रव्यों के कारण, या जीवाणु-विषों द्वारा मारी गई ऊतक-कोशिकाओं द्वारा विमुक्त वाहिका-विस्फारक त्रियायस्ले रासायनिक द्रव्यों की विमुक्ति के कारण होता है। केशिका-विस्फारण के कारण प्लाज्मा की सामान्य से अधिक मात्रा निस्पंदित होकर (छनकर) ऊतकीय अवकाशों में चली जाती है। तरल श्विकृत हो जाता है और जमे हुए द्रव्य का एक बलय आक्रान्त प्रदेश को घेर लेता है। कुछ समय के बाद क्षेत्र के आसपास संयोजी ऊतक उग जाता है और वह इस प्रकार पूर्णतः भित्ति-बंद हो जाता है। जब तक यह नहीं होता, सक्रमण के फैलने का खतरा सदा विद्यमान रहता है।

प्रदाहित क्षेत्र के भीतर न्यूट्रोफिलों और जीवाणुओं के बीच एक वास्तविक मरणातक संग्राम चल रहा होता है। दोनों ही पक्षों में अनेक मारे जाते हैं। मृत जीवाणु, मृत श्वेताणु-विघटित ऊतक-कोशिकाएं तथा तरल मिलकर 'पीप' या 'पूय' का निर्माण करते हैं। भित्ति-वन्द क्षेत्र तथा उसकी अन्तर्वस्तु को 'फोड़ा' या 'विद्रधि' कहते हैं। मुहासे तथा फोड़े या फुड़ियाएं इसी प्रकार के होते हैं। यदि रुधिर-कोशिकाएं युद्ध में जीत जाती हैं (और वे प्रायः जीतती ही हैं), तो वे उपरिस्थ (ऊपर के) ऊतक में से होकर बाहर की ओर रास्ता बना लेती हैं। यह अंगत. उनके रास्ते में आनेवाली कोशिकाओं के अन्तर्ग्रहण द्वारा, और अंगतः उनके द्वारा उत्पन्न एक पाचक प्रकिण्व द्वारा इन कोशिकाओं के पाचन द्वारा सपादित होता है। जब वहिर्भाग आ जाता है, तो पीप निकल जाता है।

लसीका-रक्षा-युक्तियां—यदि युद्ध के पहले दौर में जीवाणु जीत जाते हैं, तो वे पतली भित्तियोंवाली उन लसीकायनियों या लसीका-वाहिकाओं पर आक्रमण कर सकते हैं, जो देह के लगभग हर प्रदेश में ही बड़ी संख्या में मौजूद हैं। एक बार लसीकायनी में पहुंच जाने पर जीवाणु गतिमान लसीका के साथ वहनित होने लगते हैं।

आपको याद होगा कि लसीकायनियों के पथ पर अनेक 'लसीका-ग्रथिया' हैं। लसीका-ग्रथियों में नालियों पर अस्तर-स्वरूप बड़ी ग्रथियां हैं, जो नालियों में से गुजरनेवाले जीवाणुओं का अन्तर्ग्रहण कर लेती हैं। लसीका-ग्रथिया जीवाणुओं या बाह्य (विजातीय) कणों के लिए बड़ी प्रभावी 'छलनिया' हैं और वे अपने तक पहुंचनेवाले जीवाणुओं की प्रभावकारी 'वोतलबंदी' कर लेती हैं।

प्रायः ही उनका कार्य इतना भारी रहता है कि ग्रथियां जीवाणुओं के अतर्ग्रहण की प्रक्रिया में स्वयं सूज जाती हैं। इस प्रकार वे काफी सवेदनशील होती हैं। 'सूजी हुई गिल्टिया' जो प्रायः ही 'गले के आने' या 'गल-जोथ' की परिचायक होती हैं, वास्तव में सूजी लसीका-ग्रथियां ही होती हैं।

'गलसुए' या 'टासिल' तथा 'ग्रथ्याभ' अथवा 'ऐडिनाइड' ग्रसनी-प्रदेश में स्थित लसीकाभ ऊतक हैं। हममें से कई लोगो में वे सक्रमण के विरुद्ध अपने सग्राम में परास्त हो जाते हैं और हमें संरक्षित करने—जैसा कि सामान्यतः होता है—

वजाय वे स्वयं अत्यधिक संक्रान्त तथा प्रदाहित हो जाते हैं। तब उनकी जीवाणु-क अंतर्वस्तु का देह के अन्य अधिक महत्त्वपूर्ण प्रदेशों को प्रसार रोकने के लिए स्वयं इन्हे ही अलग करना पड़ता है।

**रुधिर-सुरक्षा युक्तियाँ**—यदि जीवाणुओं के प्रसार के विरुद्ध उपर्युक्त रक्षा-युक्तियाँ उन्हें समाप्त नहीं कर पाई हैं, तो रुधिर में उत्पन्न ऐसे कारक भी होते हैं कि जो यह कार्य कर सकते हैं। यह ज्ञात है कि रुधिर में किसी भी 'विजातीय प्रोटीन', जो उस जंतु का वैशिष्ट्य नहीं है, के प्रवेश से एक ऐसे विपाकत द्रव्य की उत्पत्ति हो जाती है कि जो उस प्रोटीन को नष्ट कर देता है। इस प्रकार प्रविष्ट प्रोटीन प्रतिजन या एंटीजन और उसे नष्ट करनेवाला द्रव्य 'प्रतिपिंड' या 'रोग-प्रतिकारक' कहलाता है। इस घटना का एक अत्यन्त उल्लेखनीय पक्ष यह है कि हर प्रतिपिंड प्रविष्ट प्रतिजन के लिए ही विशिष्ट होता है और वह अन्य किसी विजातीय प्रोटीन पर आक्रमण नहीं करेगा।

किन्हीं ऐसी कोशिकाओं या उनके प्रोटीन-उत्पादनों का, जो किसी विशेष जात की विशेषता नहीं हैं, इस जात के रुधिर में प्रवेश इम प्रतिजन-प्रतिपिंड-अनुक्रिया को आरम्भ करवा देता है। यह अस्तित्व में आता कैसे है, यह बात स्पष्टतः ज्ञात नहीं, लेकिन हमने इस घटना का अच्छा उपयोग किया है।

जब कोई विशेष जीवाणु या उनके विपाकत उत्पाद रुधिर पर पहली बार आक्रमण करते हैं, तो हो सकता है कि उनका प्रतिपिंड इतनी तीव्रता के साथ उत्पन्न न हो सके कि वह रोग के होने को रोक सके। लेकिन, यदि व्यक्ति रोग से अच्छा हो जाता है, तो यह इस बात का परिचायक है कि प्रतिपिंड ने अंततः प्रतिजन को पराभूत कर दिया है और इससे भी बड़ी बात यह है कि उसी जीवाणु द्वारा दूसरे संक्रमण का फल रोग की पुनरावृत्ति का न होना हो सकता है। प्रतिपिंड रुधिर में पहले संक्रमण के समय से ही वर्तमान रहा है और उस व्यक्ति के लिए कहा जाता है कि उसने निरापदता या प्रतिरक्षिता अर्जित कर ली है। इस प्रकार की प्रतिरक्षिता कुछ रोगों के लिए आयु-पर्यंत हो सकती है। अन्य रोगों के लिए यह कई वर्ष की हो सकती है, तो कुछ के लिए अत्यंत अल्पकालिक भी हो सकती है।

हां, रोगोत्पादक जीवों से अनियंत्रित संपर्क द्वारा प्रतिरक्षिता का अर्जन न संतोषजनक है और न ही वांछनीय। किन्तु आधुनिक निरोधक काय-चिकित्सा ऐसे तरीके विकसित कर रही है कि जिनसे हम अधिकाधिक रोगों की तीव्रता कम कर सकते हैं या उनकी पेशवदी कर सकते हैं। दूसरे शब्दों में, कुछ रोगों के संबंध में अब व्यक्ति को एक या अधिक वर्षों के लिए सुरक्षापूर्वक प्रतिरक्षिता प्रदान करना संभव हो गया है।

खोज इंगित करती है कि विभिन्न जंतुओं में उसी प्रतिजन के निमित्त निर्मित प्रतिपिंड बहुत-कुछ समान होता है। इस कारण यह संभव रहा है कि प्रयोगगत जंतुओं को रोगोत्पादक जीवाणुओं के तनुकृत सवर्धों के इंजेक्शन दे दिए जाएं और

उनमें उस रोग की मद अवस्था उत्पन्न कर दी जाए। विशेषकर यदि हम इजेक्शन की कुछ बार पुनरावृत्ति करे, तो जंतु का रुधिर प्रयुक्त जीवाणु के लिए एक प्रतिपिंड विकसित कर लेता है। इस रुधिर से कुछ सीरम मनुष्य को इजेक्ट करके प्रतिपिंड को व्यक्ति के रुधिर में स्थानांतरित किया जा सकता है और वह उक्त रोग के लिए प्रतिरक्षित हो जाएगा। पेशी-तनाव या धनुस्तंभ प्रतिजीव-विप प्रतिरक्षिता प्रदान करने के इस साधन का एक उदाहरण है। साधारणतः यह प्रतिजीव-विप केवल आपाती स्थितियों में ही—जब कि किसी इस तरह की अचानक चोट, जो कि धनुस्तंभ (पेशी-तनाव)-संक्रमण पैदा कर सकती है, के कारण तुरंत प्रतिरक्षिता उत्पन्न करना आवश्यक हो—दी जाती है।

आम तौर पर व्यक्ति को किसी 'टीके' की अल्प मात्रा का इजेक्शन देकर प्रतिरक्षित बनाया जाता है। टीका एक विलयन होता है जिसमें विशिष्ट रोगों के मारे हुए जीवाणु या मारे हुए विषाणु होते हैं। टीका पोषक से विजातीय जीवों के विरुद्ध विशिष्ट प्रतिपिंड उत्पन्न करवाता है। 'चेचक' या 'माता', 'डिप्थीरिया', 'आंत्र-ज्वर' या 'मोतीझरा', 'कुकुर खासी' या 'काली खासी', 'पेशी-तनाव' या 'धनुस्तंभ' और अब अभी हाल से पोलियो-सहित अनेक संक्रामक रोगों, और हैजा या 'विषूचिका' तथा 'पीतज्वर' जैसे रोगों से सरक्षण या उनके निवारण के लिए टीके उपलब्ध हैं।

### रोगों का रासायनिक उपचार

कई वर्षों से अनेकों वैज्ञानिकों को ऐसे रासायनिक द्रव्यों की खोज की आशा है जिनका देह में दिया जाना स्वयं देह को हानि पहुंचाए बिना किसी प्रकार संक्रामक जीवों के प्रचुरोदभवन या तीव्र वृद्धि को रोक सके। अपनी विराट् हताहत-संख्या के कारण द्वितीय विश्व-युद्ध ने इस क्षेत्र में विकास के लिए प्रबल प्रोत्साहन दिया। उस काल में तथा तब से हुई विराट् खोज कई ऐसे रासायनिक द्रव्यों को सामने लाई है कि जो विभिन्न संक्रामक रोगों के शमन के लिए मुख द्वारा या इजेक्शन के जरिये दिए जा सकते हैं।

ऐसे द्रव्यों के एक वर्ग की मिसाल सल्फा-भेपज है। ये ऐसे रासायनिक यौगिक हैं जो कुछेक संक्रामक जीवों के चयापचय में व्यतिकरण करते (बाधा डालते) हैं और इस प्रकार देह में उनके गुणन की गति को कम करते या रोक देते हैं। यद्यपि इन भेपजों में प्रथम सल्फानिलेमाइड थी, पर अन्य सल्फा-संजातों का अब अधिक व्यापक उपयोग किया जाता है—यथा सल्फाडायामीन, सल्फामेराजीन, सल्फा-थाइजोल, आदि।

प्रतिजैविक पदार्थ ऐसे जीवित जीवों द्वारा, जो अन्य जीवों को नष्ट कर सकते हैं, उत्पन्न द्रव्यों के समूह में आते हैं। कुछेक फफूंदियां तथा कवक या फंजाई इनके मुख्य स्रोत रहे हैं। पहले प्रतिजैविक पदार्थ 'पेनिसिलिन' के बाद 'स्ट्रेप्टो-माइसिन' आई; तथा कई अन्य प्रतिजैविक पदार्थ भी विकसित किए जा चुके हैं,

यथा 'ऑरियोमाइमिन', 'क्लोरोमाइमिटिन', 'टैरामाइमिन' तथा 'ग्रेकोमाइमिन'। प्रत्येक के एक न एक सक्रामक जीव का सामना करने में कुछेक लाभ हैं।

आदर्शस्वरूप तो हम एक ऐसा द्रव्य पाना चाहेंगे कि जो मानव-देह में कोई भी दुष्प्रभाव उत्पन्न किए बिना विशेष रोगमूलक जीव का विनिष्टनः 'मफाया' कर दे। अभी तक हम आदर्श की संपूर्णरूप में सिद्धि नहीं हो पाई है। मलका-भेषजें जहां तानिका-शोथ उत्पन्न करनेवाले जीवाणुओं के बिनाफ अधिक विनिष्टना के साथ कार्य करती हैं और पेनिसिलिन पेशी-तनाव तथा टिथ्यारिया पैदा करनेवाले जीवाणुओं के विरुद्ध; सामान्य रूप से इन द्रव्यों की अनेक रोगोत्पादक जीवों के विरुद्ध व्यापक प्रभावितता है। किसी विशेष मलका उत्पाद या प्रतिजैविक पदार्थ के चयन का निर्धारण उसकी समग्र शक्ति और देह पर हो सकनेवाले उसके पार्श्व-प्रभावों के अभाव में किया जाता है। तबानंतर द्रव्य आम तौर पर अधिक शक्ति-शाली और पार्श्व प्रभाव-हीन हैं।

रसायनिक चिकित्सा को समग्र रूप में उन संक्रामक रोगों के नियन्त्रण में आश्चर्यजनक सफलता मिली है, जिनके लिए और कोई विनिष्ट उपचार नहीं हैं, तथापि कुछ बातें ध्यान में रखी जानी चाहिए। कुछ मलका-भेषज रुधिर-क्षीणता उत्पन्न करती पाई गई हैं, जिसके कारण उनका अत्यधिक उपयोग—संक्रमण को नियन्त्रित करने के अलावा—प्रतिकूल परिणाम उत्पन्न कर सकता है। प्रतिपिण्डों की भारी मात्राएं आदाता (पानेवाले) की देह में फफूंदियों की उत्पत्ति करनेवाली पाई गई हैं। यह भी देखा गया है कि कुछेक सक्रामक जीव किसी विशेष रसायनिक द्रव्य के प्रतिरोधी प्रभेद विकसित कर लेते हैं और इस प्रकार अब वे उसमें चिकित्सा करने पर पराभूत नहीं होते। इसलिए बुद्धिमानों की बात यही है कि ऐसे रसायनों का उपयोग दान्तविक आवश्यकता के समय ही किया जाए, ताकि अधिकतम संभव प्रभावी तथा जटिलताहीन लाभ प्राप्त किया जा सके।

## ऐलर्जी

हममें से कुछ लोग, किसी अज्ञात कारणवशात्, कुछेक पदार्थों या अपने पर्यावरण की किन्हीं स्थितियों के प्रति अति संवेदनशील होते हैं। किन्हीं खाद्यों के खाने से हममें से कुछ को खाल पर चित्ते निकल आते हैं; तो कुछको किन्हीं पौधों के पराग या अन्य भागों से परागज ज्वर, लाल ज्वर, दमा या ज्वांस या ऐसे ही अन्य विकार हो जाते हैं; तो कुछ ऐसे भी लोग हैं कि जो गरमी, सरदी, रोगनी या अन्य भौतिक कारकों के प्रति विशेष संवेदनशील हैं। इन सभी मामलों में प्रभावित व्यक्तियों को संवद्र वस्तु या परिस्थितिके प्रति 'ऐलर्जिक' कहा जाता है।

ऐलर्जिया, प्रतिजन-प्रतिपिण्ड-अभिक्रियाएं तथा व्यक्तियों में असमान रुधिर का आधान—ये सब जो प्रभाव उत्पन्न करते हैं, उनमें आपस में बड़ी समानताएं हैं। ये सब विज्ञानीय द्रव्यों या परिस्थितियों के प्रति दैहिक प्रतिक्रियाओं के उदा-



हरण है। तथापि, जहाँ प्रतिजन-प्रतिपिंड अभिक्रियाएँ तथा रुधिराधान की घटनाएँ सभी मनुष्यों के लिए एक-सी ही होती हैं, वहाँ विशिष्ट ऐलर्जिक प्रतिक्रियाएँ केवल कुछ व्यक्ति तयों में ही होती हैं। उदाहरणार्थ, किसी विशेष खाद्य का एक प्रोटीन बहुसंख्यक व्यक्तियों के लिए निरापद है। तिसपर भी वह कुछ व्यक्तियों के रुधिर में पहले पचे जाने के पूर्व ही प्रवेश पा जाता है और इन व्यक्तियों में ऐलर्जिक लक्षण उत्पन्न भी करता है।

संभवतः अधिकांश ऐलर्जिया किसी विजातीय प्रोटीन के प्रति देह की प्रतिक्रिया के फलस्वरूप होती है। किन्तु अन्य 'रासायनिक' द्रव्य भी इनके कारण हो सकते हैं। तथापि धूल आदि जैसे 'भौतिक' कारकों के प्रति संवेदनशीलता को यद्यपि ऐलर्जी ही माना जाता है, पर वह देह में प्रतिक्रिया की अन्य युक्तियों के कारण हो सकती है।

इसका कुछ प्रमाण है कि देह की अनेक ऐलर्जिक प्रतिक्रियाएँ देह में 'हिस्टामिन' या उस जैसे ही पदार्थ की उन्मुक्ति के परिणाम हैं। यह ज्ञात है कि हिस्टामिन छोटी रुधिर-वाहिकाओं को विस्फारित कर देती है और उन्हें अधिक पारगम्य बना देती है। ये वाते त्वचा-विस्फुटन तथा नाक बहने-जैसी घटनाओं के लिए उत्तरदायी हो सकती हैं। सैद्धांतिक रूप से हिस्टामिन को अक्रिय कर देनेवाला कोई भी द्रव्य इन लक्षणों को रोक देगा (ऐलर्जी को नहीं, वरन् उसके लक्षणों को ठीक कर देगा)। कुछ व्यक्तियों को हिस्टामिन-रोधी नामक एक द्रव्य-समूह से ऐलर्जिक लक्षणों से राहत मिलती है। यह बात, कि सभी व्यक्तियों को इस प्रकार के उपचार से लाभ नहीं होता, इसकी परिचायक है कि हम अभी भी ऐलर्जी में दैहिक प्रतिक्रियाओं के पूरे आधार को नहीं जानते।

यह प्रत्यक्ष है कि देह रोग की जितनी अधिक प्रतिरोधी होगी, विजातीय आक्रांताओं के साथ उसकी लड़ाई उतनी ही ज्यादा सफल रहेगी। व्यक्ति से सह-योग के अभाव के कारण अपने पर थोपी कठिनाइयों के बावजूद कई रक्षा-युक्तियाँ अपना काम करेंगी और करती हैं, पर उनमें से कुछ देह की सामान्य अवस्था के कारण इतनी कमजोर हो जाती हैं कि उनकी क्रिया अधिक से अधिक क्षीण ही रहती है। उदाहरण के लिए, जुकाम का स्वस्थ शरीर ही सबसे अच्छी तरह मुकाबला करता है। बहुत कम सोना या गलत खाना जुकाम लगने और उसकी अवधि बढ़ाने में बहुत सहायक हो सकता है।

देह में हमारी कोशिशों के बावजूद कभी-कभी खराबियाँ आ सकती हैं, महज इसलिए कि मानव-देह बड़ी ही जटिल विरचना है। लेकिन, जैसा कि हम अपने आसपास स्वस्थ व्यक्तियों की संख्या से अनुमान लगा सकते हैं, अपेक्षाकृत कहीं अधिक ही समान रूप से जटिल तथा सूक्ष्म संरक्षण-युक्तियाँ भी प्रस्तुत करती हैं।

इसमें कोई शक नहीं कि हम देह के आत्म-परिरक्षण अभियान में सहायता दे सकते हैं। इस बात के ज्ञान ने कि यह अभियान अपने को—विशेषकर रोग का

सामना करने में—किस प्रकार अभिव्यक्त करता है, कायचिकित्सा को कई मामलों में यह जानने में सहायता दी है कि देह की रक्षा-युक्तियों के अपर्याप्त हो जाने की स्थिति में क्या किया जाए। टीका लगाना देह को अपनी रक्षा आप करने में सहायता देने के कितने ही तरीकों में केवल एक है। इस ज्ञान से हमको अपने शरीर को अधिकतम प्रतिरोधी अवस्था में रखने में भी सहायता मिलनी चाहिए। मिसाल के तौर पर हम जानते हैं कि हमें उचित विश्राम, उचित आहार तथा उचित व्यायाम करना चाहिए; कि हमें अपनी त्वचा में कटावों, गला आने के मामलों, घूल, अपने को रोग के प्रति अनावश्यक रूप में अरक्षित करने तथा देह में कोई विकार होने की आगाही देनेवाली पीड़ाओं तथा वेदनाओं के प्रति असावधानी बरतनी चाहिए।

देह अधिकांश मामलों में अन्तर्निहित रूप से स्वस्थ होती है और स्वस्थ रहने के उसके अपने तरीके हैं। स्वस्थ रहन-सहन देह को अपने प्रयासों में सहायता देगा।

## देह का स्वास्थ्य

किसी भी जीव की सामान्य कृत्यकारिणी उसके अंगों में से प्रत्येक के उस कार्य को करने का परिणाम है कि जिसके लिए वह उत्तरदायी है। और इससे भी बड़ी बात यह है कि हर अंग को एक बड़ी इकाई—स्वयं जीव—के एक अतर्हित भाग के रूप में काम करना चाहिए। ससार में मनुष्य के आगमन के पूर्व केवल उन्हीं जातों तथा व्यष्टियों के ही जी सकने या अतिजीवन की अधिक संभावना थी, जो सामान्यतः और ओजपूर्वक कार्य करते थे। जिंदगी के 'कानून' इस मामले में बड़े ही निष्ठुर थे—दुर्बलों तथा अयोग्यों को अपने-आपको कायम रखने का अधिक अवसर न दिया जाता था।

इसलिए जो जंतु आज बचे हुए हैं, वे ज्यादा टिकाऊ नस्ल के हैं, जिनका शरीर-गठन उनके समय की दुनिया में अतिजीविता के सबसे उपयुक्त था। बहुत कम पशुओं को पकी-पूरी आयु जीने का मौका मिलता है। लेकिन जब तक वे जीते हैं, उनके शरीर पर्यावरण द्वारा की जानेवाली अधिकांश अपेक्षाओं की स्वस्थ अनुक्रिया करने योग्य रहते हैं।

मनुष्य इन मायनों में जंतुओं में अनोखा है कि उसमें अपने प्राकृतिक पर्यावरण को बदल देने की योग्यता है। किंतु इस योग्यता से उत्पन्न कितनी ही बातों ने सफलतापूर्वक और स्वास्थ्यपूर्वक जीने के रास्ते में और बाधाएं उपस्थित कर दी हैं। बहुतेरे लोग अनुपयुक्त निवासस्थलों में ठुसे हुए हैं, अस्वास्थ्यकर परिस्थितियों में रहते हैं, अनुचित पोषण पाते हैं, बहुत कम धूप पाते हैं, धूल तथा हानिकारक गैसों में सास लेते हैं, अत्यधिक तनाव और जल्दबाजी में रहते हैं। कहने का आशय वापस 'प्रकृति की ओर' आदोलन का समर्थन करना नहीं है। हम पीछे नहीं जा सकते। न जाना ही चाहिए। शहर और कारखाने अब हमारे पर्यावरण के अंग हैं—हमारे दीर्घकाल तक और अच्छी तरह जीने के संघर्ष के प्रतीक हैं। लेकिन धूल, रोग तथा कई अन्य कारक, जो हमारी देहों के अनुचित कार्य करने में योग्य देते हैं, उनका रहना आवश्यक नहीं। चिकित्सा-विज्ञान ने जबरदस्त प्रगति की है। लेकिन अकेला चिकित्सा-विज्ञान ही स्वस्थ जन का निर्माण नहीं कर सकता। हमारे पास अनेक प्रकार की दुष्क्रियाओं तथा बीमारियों को उनके होने के पहले ही रोकने की शक्ति—ज्ञान और साधन—है। हम आशा करते हैं कि निकट भविष्य में मनुष्य दूसरों को और स्वयं अपने को उस सुख के अवसर प्रदान करेंगे कि जो केवल स्वस्थ शरीरों से ही उत्पन्न हो सकता है।

## देह द्वारा ऊर्जा का संरक्षण तथा वितरण

देह में सुरक्षा-कारको की संख्या आश्चर्यजनक रूप से बड़ी है। ये कारक जीवन के ऊर्जा-व्यय में बड़ी वृद्धि करते हैं और जीवन के परिरक्षण में वृद्धि करते हैं। उदाहरण के लिए, हमारे दो वृक्क हैं, पर हम एक से भी काम चला सकते हैं। फिर, सामान्य परिस्थितियों में सभी वृक्कीय इकाइया किसी एक ही समय उपयोग में नहीं आती होती। कुछ अभी सक्रिय होती है, कुछ बाद में। वृक्क-नलिकाओं के उपयोग में एकांतरण उनमें से किसी की भी टूट-फूट वचाता है, क्योंकि यह किसी पर भी अत्यधिक जोर नहीं डालता।

हमारे अधिकांश अंतःस्रावी अंगों को उनके द्वारा स्रवित किए जानेवाले हार्मोनो की सामान्य मात्रा के सपोषण के लिए जितना ग्रंथीय ऊतक चाहिए, उससे अधिक ही होता है। यदि किसी ग्रंथि का कोई भाग अलग कर दिया जाए या नष्ट हो जाए, तो शेष ऊतक इसकी प्रतिक्रिया तीव्रतर गति से गुणन द्वारा करता है और कालांतर में वह नष्ट ऊतक की पुनःस्थापना कर लेगा।

वसा के पाचन के अतिरिक्त हमारे पास एकाधिक ऐसा प्रकिण्व है, जो अंतःग्रंहीत भोजन को ऐसे उत्पादों में विखंडित कर सकता है कि जो देह द्वारा अवशोषित तथा प्रयुक्त किए जा सकते हैं। इस प्रकार यदि आमाशय की पेप्सी-सक्रियता क्षीण हो जाती है, तो अग्न्याशयी तथा आंत्रिक प्रकिण्व प्रोटीनो को पचा सकते हैं। सामान्यतः सक्रिय प्रकिण्वों की प्रचुरता भी पाचक प्रकिण्वों का स्राव करनेवाली ग्रंथि-कोशिकाओं में श्रम का अधिक विभाजन सुनिश्चित करती है।

देने को अनेक उदाहरण दिए जा सकते हैं, पर दृष्टांतस्वरूप संभवतः यही काफी रहेगे। अन्य सामान्य क्रियाएँ उपयोग्य ऊर्जा का सामयिक वितरण और पर्याप्त उत्पादन सुनिश्चित करती हैं। कोशिकाओं का उपापचय इस प्रकार नियंत्रित और समन्वित होता है कि सामान्यरूप से ऊर्जा की उतनी ही मात्रा पैदा होती है जितनी कि देह को आवश्यक होती है। हाँ, मात्रात्मक अर्थों में यह कहना अवश्य ठीक नहीं है, क्योंकि देह की दक्षता महिष्ठतः केवल 25 प्रतिशत है। किंतु जितनी भी ऊर्जा प्रयुक्त हो सकती है, उतनी आम तौर पर उपयोग में आ जाती है और अतिरिक्त ऊर्जा तनिक भी व्यर्थ नहीं होती। चूँकि अतिरिक्त ऊर्जा (और अंततः अधिकांश ऊर्जा प्रयुक्त हो जाती है) ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है, इसलिए वह देह के ताप के पोषण में प्रयुक्त हो जाती है। देह का उचित ताप अपनी वारी में उचित रासायनिक प्रतिक्रियाओं को होने देता है। केवल वही प्रदेश बहुत सक्रिय होते हैं जिनके किसी समय विशेषकर सक्रिय होने की आवश्यकता है; अन्य प्रदेश मात्र पोषण-प्रतिक्रियाओं को जारी रखते हैं।

ऊर्जा-उत्पादक द्रव्यों को उन प्रदेशों में, जहाँ उनकी आवश्यकता है, पहुंचाने के लिए एक विस्तृत यंत्र-विन्यास है। हम देख चुके हैं कि सक्रिय प्रदेश स्वयं अपने को अधिक रुधिर-पूर्ति करने का सवेग उपलब्ध करता है। इसके बाद

‘मुख्यालय’ इस बात की व्यवस्था करता है कि अन्य प्रदेश अपनी मागे कम कर दे।

कोशिकाओं की आवश्यकताओं में हेर-फेर के अनुसार उपापचयी तात्त्विक अंशों का निरंतर आना-जाना लगा रहता है। ऊर्जा की जब और जहाँ आवश्यकता होती है, वह उत्पन्न होती है; कुछ भावी उपयोग के लिए संचित हो जाती है (खाद्य पदार्थ-संचय) और शेष दैहिक उष्मा तथा उपापचयन के पोषणार्थ उपयोग में आ जाती है।

## बल तथा निर्बलता

जिस हद तक कोई जात या जीव अपने पर्यावरण में अति जीवित रह सकता है, वह मजबूत होता है। और अगर वह जीवित नहीं रह सकता, तो कमजोर होता है। यद्यपि कीटों को अधिकांशतः निर्बल ही माना जा सकता है, लेकिन उनकी प्रजनन-शक्ति इनकी अन्य अपर्याप्तताओं की क्षतिपूर्ति कर देती है। कुछ जंतुओं में घ्राण-संवेद बड़ा विकसित होता है, पर उनमें शत्रुओं से सफलतापूर्वक लड़ने की शक्ति नहीं होती; अन्य जंतुओं में बड़ा बल होता है, पर खतरे से बच जाने योग्य तेजी से भागने की सामर्थ्य नहीं होती। इसलिए जितने भी जंतु अति-जीवित रह सके हैं, उनमें निर्बलता की कुछ मात्रा और बल की भी कुछ मात्रा विद्यमान प्रतीत होगी, जिसमें बल की मात्रा प्रबल है।

अपने अति समन्वित तंत्रिका-तंत्र, अपने मस्तिष्क, अपने पर्यावरण को अपने अनुकूल करने के अर्थों में सोचने की अपनी क्षमता के कारण मनुष्य में बड़ा स्थितिज या सभाव्य बल है। और इस बड़े बल में ही सभवतः उसकी सबसे बड़ी निर्बलता भी सन्निहित है।

विकासवादी अर्थों में मनुष्य अपने अतीव विकसित मस्तिष्क से ही श्रेष्ठता का अनोखा दावा कर सकता है। अपने मस्तिष्क तथा हाथों से जल, थल और नभ को जीत लेने की उसकी योग्यता ही उसका अतिजीवन का हथियार है; तिस-पर भी मस्तिष्क तथा तंत्रिका-तंत्र बहुत ही आसानी से क्षतिग्रस्त हो सकते हैं और नष्ट हो जाने पर अधिकतम विशेषज्ञता के इन अंगों को नहीं बदला जा सकता।

इनके बिना मनुष्य यदि जीवित रह भी सके, तो वह निम्न जंतुओं से भी नीचे ही होगा, क्योंकि उन्हीं के, और विशेषकर अपनी प्रमस्तिष्क-प्रातस्था के जरिये ही मनुष्य इन अनेक संवेदनो को समन्वित तथा समाकलित कर पाता है, जिन्हें कि वह सतत प्राप्त करता रहता है।

वह इन संवेदनों को धारणाओं में निरूपित करता है, जो यदि वे आवश्यक या आकांक्षित हुईं, तो—समन्वित अनुक्रियाओं की ओर ले जाती हैं। हम देख चुके हैं कि सभी स्तरों की प्रतिवर्ती अनुक्रियाएँ अपने-अपने प्रयोजन के लिए कितनी सुअनुकूलित होती हैं और उत्तेजक और निरोधक आवेगों का सुसमन्वित संतुलन किस प्रकार पेशियों की अनुक्रियाओं को नियंत्रित करता है। तंत्रिका-तंत्र के विभिन्न स्तरों के तत्त्वों की अन्योन्य प्रतिक्रिया उन सूक्ष्म समझनों के लिए

उत्तरदायी है कि जो किसी भी अन्य जंतु की अपेक्षा मनुष्य ही अधिक कर सकता है।

जैसा कि आप स्वयं समझ सकते हैं, मस्तिष्क की क्षति महाभयानक होगी। किंतु शारीरिक क्षति से यह खोपटी द्वारा भली भाँति सुरक्षित है, इसकी रुधिर-पूर्ति विशेषरूपेण सुरक्षित है और आवश्यकता के समय इसे आवश्यक द्रव्य प्राथमिकता के साथ प्राप्त होते हैं। यह कमजोर और महत्वपूर्ण अंग बिना संघर्ष किए ही हमें धोखा नहीं दे जाता।

## जीव समूचे तौर पर

देह की सक्रियताओं की चर्चा करते समय हम इस तंत्र या उस प्रक्रिया को चुनते गए हैं और उनमें से प्रत्येक को कम-ज्यादा पृथक्-पृथक् घटनाओं की तरह ही लेते रहे हैं। यह बेगक जरूरी था, क्योंकि किसी जटिल जीव को उसके भागों की सक्रियताओं के विवरण को समझे बिना समझ पाना लगभग असंभव है। लेकिन इस विश्वास से बढ़कर कोई चीज सत्य से ज्यादा दूर न होगी कि जीव का कोई भी भाग या सक्रियता उसके शेष भाग या सक्रियता से स्वतंत्र है।

हम देखते हैं कि यदि हम देह के किसी भी एक तंत्र के कार्यों की चर्चा आरंभ करते हैं, तो हमें अनिवार्यतः देह के अन्य सभी तंत्रों को भी लाना ही पड़ता है। प्रत्येक तंत्र अन्य सभी तंत्रों से घनिष्ठतः संबंधित और उनपर निर्भर है। मनुष्य निरा अंगो, तंत्रों तथा सक्रियताओं का जोड़ ही नहीं है; वह एक अति एकीकृत व्यष्टि है, जिसका हर भाग या प्रक्रिया उसके जीवन और व्यक्तित्व के पोषण की दिशा में क्रियाशील है।

जब वह अपने बाह्य या भीतरी पर्यावरण से कोई उद्दीपन प्राप्त करता है, तो इसके फलस्वरूप मात्र कोई स्थानीकृत अनुक्रिया या तब्दीली ही नहीं होती। वह एक जीव के नाते अनुक्रिया करता है और उसके अनेकानेक भागों में बड़ी विविध प्रकार की बातें होती हैं। कभी-कभी जबकि उद्दीपन पर्याप्त तीक्ष्ण या अचानक होता है, तो हमें इन विविध प्रकारों की सचेतना हो पाती है। अन्य अवसरों पर हमें इस बात का आभास नहीं होता कि हमारे 'अंतर्देश' में बलों का कोई नव वितरण हो गया है।

व्यक्ति की शाश्वतता एक बड़ी सीमा तक उसके भीतर क्रियाशील अचेतन बलों पर निर्भर करती है। वे लगभग हर पग पर उसे यह करने में सक्षम, किंतु वह करने में नहीं, उसके मानसिक दृष्टिकोणों को आग्रहपूर्ण बनाकर, उसके मनोभावों को उत्पन्न करने में सहायता देकर और उन्हें प्रभावित करके उसकी 'नियति' को नियंत्रित करते हैं। मिसाल के तौर पर यदि उसका उपापचयन या पाचन या परिवहन सामान्य नहीं है, तो उसकी इच्छा-शक्ति, आकांक्षाएं और विवेक-क्षमताएं कभी उन्मुक्त नहीं हो सकती लेकिन व्यक्ति चाहे अस्तित्व और जीवन की परिपूर्णता के लिए अपनी श्रातरिक क्रियाओं तथा क्षमताओं पर चाहे कितना

ही निर्भर हो, अपनी बारी में वे सक्रियता के उन उच्चतर स्तरों से बहुत प्रभावित होते हैं, जो क्रम-विकास के लंबे दौर में और स्वयं उसके जीवन-काल में उसपर अध्यारोपित कर दिए गए हैं। दूसरे शब्दों में, एक के अभाव में दूसरा उस जीव का निर्माण नहीं कर सकता, जिसे मनुष्य के रूप में हम जानते हैं।

इस अर्थ में 'मन' तथा 'देह' उसी वस्तु के दो पहलू हैं। एक का अस्तित्व दूसरे के बिना नहीं हो सकता। देह का स्वास्थ्य मन का और मन का स्वास्थ्य देह का है। स्वस्थ सामान्य व्यक्ति के निर्माण में प्रत्येक का अपना उचित स्थान है।



उत्सर्जन-तंत्र	:	Excretory system
उदर	:	Abdomen
उपास्थि	:	Cartilage
ऊतक	:	Tissue
ऊतकी	:	Histology
ऊर्जा	:	Energy
ऊष्मा	:	Heat
ऊष्मीय नियंत्रण	:	Thermal control
कंकाल, हड्डियों का ढांचा	:	Skeleton
कंडरा	:	Tendon
कपालीय गुहा	:	Cranial cavity
कर्णपटह	:	Eardrum
कशेरुकदंडी	:	Vertebrate
कशेरुका	:	Vertebra
काकिलम्बा	:	Cochlea
कार्बोहाइड्रेट	:	Carbohydrates
कायिकी	:	Physiology
क्रिया	:	Action
केशिका	:	Capillary
कोशिका	:	Cell
कोशिका-द्रव्य	:	Cytoplasm
क्षुद्रांत्र, छोटी आंत	:	Small intestine
क्षेत्र	:	Tract
क्षोभण	:	Irritation
गंडमाला	:	Goitre
ग्रंथि	:	Gland
ग्रन्थीय वाहिनी	:	Glandular duct
गर्भाशय-ग्रीवा	:	Cervix
ग्रसनी	:	Pharynx
ग्रसिका, ग्रास-नली	:	Esophagus
ग्रहणी	:	Duodenum
ग्रहीता	:	Receptor
घूर्णन	:	Rotation
चयापचय	:	Metabolism
चेतक, थैलेमस	:	Thalamus
जठर-ग्रन्थि	:	Gastric gland



जनद	:	Gonad
जनन-तंत्र	:	Reproduction system
जीव-रसायन	:	Biochemistry
जीव-विज्ञान	.	Biology.
ज्ञानेन्द्रिया	:	Sense organs
झिल्ली	:	Membrane
तंत्र	:	System
तंत्रिका-तंत्र	:	Nervous system
तालवद्ध उपखंडन		Rhythmical segmentation
त्रिक, त्रिकास्थि	:	Sacrum
थाइरॉयड ग्रन्थि	:	Thyroid gland
दूरदृष्टिता, हाइपरोपिया	:	Hyperopia
धमनिका	:	Arteriole
धमनी	:	Artery
धमनी-काठिन्य	:	Arteriosclerosis
नाभिक	.	Nucleus
निकटदृष्टिता, मायोपिया	.	Myopia
निलय	:	Ventricle
न्यूरॉन	:	Neuron
परिपथ	.	Circuit
परिधीय दृष्टि		Peripheral
परिवहन-तंत्र		Circulatory system
परिवहनावरोध	:	Embolism
पर्शुकांतर	.	Intercostal
पिंडक, पालि	.	Lobe
पिट्यूइटरी ग्रन्थि	:	Pituitary gland
पित्त	:	Bile
पित्ताशय		Gall bladder
पुनरुत्पादन		Regeneration
पैराथाइरायड ग्रन्थि	.	Parathyroid gland
पौस	:	Pons
प्रक्षेप	.	Projection
प्रतिवर्त क्रिया	.	Reflex action
प्रमस्तिष्क	.	Cerebral
प्रश्वसन	.	Inspiration
प्रातस्था	:	Cortex

प्रोटोप्लाज्म, जीव-द्रव्य	:	Protoplasm
प्लाज्मा	:	Plasma
प्लीहा	:	Spleen
फुफ्फुस-परिपथ	:	Pulmonary circuit
वाल-पक्षाघात, पोलियो	:	Poliomyelitis
वाह्य त्वचा, एपिथीलियम	:	Epithelium
ब्रांकी, श्वसनी	:	Bronchi
बिवाणु, प्लेटेलेट	:	Platelet
बृहदंत्र, बड़ी आंत	:	Large Intestine
बेसोफिल	:	Basophil
भ्रूण-विज्ञान	:	Embryology
मध्यच्छद, डायफ्राम	:	Diaphragm
मध्यच्छद-तंत्रिका	:	Phrenic nerve
मलाशय	:	Rectum
महाधमनी	:	Aorta
महाधिरा	:	Vena cava
मूत्र-मार्ग	:	Urethra
मेड्यूला, अंतस्था	:	Medulla
मोनोसाइट	:	Monocyte
यकृत, जिगर	:	Liver
यौवनावस्था	:	Puberty
रंजक	:	Pigment
रुधिर-वाहिकाएं	:	Blood vessels
रुधिर-स्राव	:	Hemorrhage
रुधिराभाव	:	Anemia
लसीका-तन्त्र	:	Lymphatic system
लिंग-ग्रंथियां	:	Sex glands
लिम्फोसाइट	:	Lymphocyte
वागी या वेगस-तंत्रिका	:	Vagus nerve
वाहिका-प्रेरक, वेसोमोटर	:	Vasomotor
वाहिका-विस्फारक, वेसोडायलेटर	:	Vasodilator
वाहिका-संकोचक, वेसोकास्ट्रिक्टर	:	Vasoconstrictor
विरेचन	:	Cathartics
वृन्तक, हिलम	:	Hilum
वृक्क, गुर्दा	:	Kidney
वृक्क-तन्त्र	:	Renal system

वृषण	:	Testes
वृषण-कोष	:	Scrotal sac
शरीर, शरीर-रचना-विज्ञान	:	Anatomy
शिथिलन	:	Diastole
शिरा	:	Vein
शिरिका	:	Venule
शुक्राणु-कोशिका	:	Sperm cell
श्रोणि-प्रदेश	:	Pelvis
श्लेष्मा	:	Mucous
श्वसन-तन्त्र	:	Respiratory system
श्वास-नली	:	Trachea
सग्राहक	:	Receptor
संरचना	:	Structure
सवरणी	:	Sphincter
सवेग	:	Impetus
सवेदन, इंद्रियानुभूति	:	Sensation
ससेचित	:	Fertilised
सक्रियता	:	Activity
साइटोप्लाज्म, कोशिका-द्रव्य	:	Cytoplasm
सीरम	:	Serum
स्वर-यंत्र	:	Larynx
हारमोन	:	Harmone
हीमोग्लोबिन	:	Hemoglobin
हृदपेशी, कार्डियक पेशी	:	Cardiac muscle

